વડોદરા રાજ્યના કેળવણી ખાતાએ ઈનામ તથા લાયબ્રેરી માટે મંજુર કરેલું.

સૃષ્ટિજ્ઞાન.

(ધોરણ છઠ્ઠા માટે.)

લેખક.

S. M. PATEL & M. J. PUROHIT,

Vernacular School–NAR.

પ્રકાશક.

શિવાભાઈ મનોરભાઈ પટેલ.

શિક્ષક–નાર. તા. પેટલાદ.

અને

મણિશંકર જોઈતારામ પુરોહિત.

ઉપશિક્ષક–નાર. તા. પેટલાદ.

સોલ એજંટ–મેશર્સ લક્ષ્મીલાલ, મોહનલાલ, પરીખ અને કંપની.

વડોદરા રાજ્યની સરકારી બુકડેપોના પ્રીંટર્સ–

પબ્લીશર્સ અને કંટ્રાકટર્સ–વડોદરા.

સુધારા વધારા સાથે આવૃત્તિ બીજી. પ્રત ૧૦૦૦.

સંવત ૧૯૭૨. સને ૧૯૧૬.

કિંમત ત્રણ આના.

—અભિપ્રાય—

MESSRS. PATEL AND PUROHIT.

સૃષ્ટિજ્ઞાન (ધોરણ ૨-૩-૪-૫-૬ ના) પદાર્થ પાઠ.

I have gone through your book સૃષ્ટિજ્ઞાન and find that you have taken ample pains to prepare the notes as a guido to the primary school teachers and surely it will be a good help to them in imparting tuetion in schools.

Baroda, 12—3—16.

Yours sincerely,
PREMANAND C. Shah, B.A.,
Science Lecturer,
Male Training College, BARODA.

ઉપરના અભિપ્રાયનું ગુજરાતી ભાષાંતર.

સૃષ્ટિજ્ઞાન (ધો. ૨-૩-૪-૫-૬ ના પદાર્થ પાઠ.)

તમારી સૃષ્ટિજ્ઞાનની ચોપડીઓ હું જોઇ ગયો છું અને **પ્રાથમિક શાળાના શિક્ષકોને માર્ગદર્શક તરીકે નોંધો તૈયાર કરવામાં તમે પુષ્કળ મહેનત લીધેલી જણાય છે.** તથા શાળાઓમાં શિક્ષણ આપવામાં એ ખરેખર એક સારી મદદ રૂપ થઇ પડશે.

વડોદરા. તા. ૧૨ માર્ચ ૧૯૧૬

Premanand C. Shah, B. A.,
સાયન્સ લેક્ચરર—મેલ ટ્રેનિંગ કૉલેજ. વડોદરા.

વડોદરા રાજ્યના કેળવણી ખાતાએ ઇનામ
તથા લાયબ્રેરી માટે મંજુર કરેલું.

સૃષ્ટિજ્ઞાન.

(ધોરણ છઠ્ઠા માટે.)

લેખક.
S. M. PATEL & M. J. PUROHIT,
Vernacular School-NAR.

પ્રકાશક.
શિવાભાઇ મનોરભાઇ પટેલ.
શિક્ષક–નાર. તા. પેટલાદ.
અને
મણિશંકર જોઇતારામ પુરોહિત.
ઉપશિક્ષક–નાર. તા. પેટલાદ.

સોલ એજંટ–મેસર્સ લક્ષ્મીલાલ, મોહનલાલ, પરીખ અને કંપની.
વડોદરા રાજ્યની સરકારી બુકડેપોના પ્રીંટર્સ–
પબ્લીશર્સ અને કંટ્રાકટર્સ–વડોદરા.

સુધારા વધારા સાથે આવૃત્તિ બીજી. પ્રત ૧૦૦૦.
સંવત ૧૯૭૨. સને ૧૯૧૬.

કિંમત ત્રણ આના.

અમદાવાદ—પીરમશા રોડ ઉપર નિર્મળ પ્રિન્ટીંગ પ્રેસમાં
લલ્લુભાઇ ઈશ્વરભાઈ ત્રિવેદીએ છાપ્યું.

પ્રસ્તાવના.

આવા નાનકડા પુસ્તકને પ્રસ્તાવિકાની જરૂર નથી, છતાં અમારે રૂઢી નિયમાનુસાર કહેવું જોઇએ કે પુસ્તકો ગમે તેવાં ઉત્તમ પદ્ધતિનાં હોય, ઉંડા જ્ઞાનથી ભરપુર હોય, ઉત્તમ શૈલીથી તૈયાર કરવામાં આવ્યાં હોય કે જેથી શિષ્યને તેમજ શિક્ષકને સરળ થઇ પોતાનું કાર્ય કરવાને ઉપયોગી જણાય; તો પણ લેખકના હેતુની સફળતાનો સંપૂર્ણ આધારતો અભ્યાસકો ઉપરજ છે. પુસ્તકમાં આપેલી હકીકત કાળજી પૂર્વક વાંચવી, વાંચીને તે બાબત ઉપર સારા સારનો વિચાર કરવો, અને છેવટે તેને સારી પેઠે મનમાં ઘટાવવી એ અભ્યાસકનું કર્તવ્ય છે. જો અભ્યાસકનામાં આ ખૂબી ન હોય તો ગમે તેવો શ્રમ કરી પુસ્તકને સાદી અને સરળ ભાષામાં જ્ઞેય બનાવ્યું હોય તો પણ તેનો હેતુ સફળ થતો નથી. આ પુસ્તક કાંઇ અપૂર્વ કે અદ્વિતીય નથી, પરંતુ શિષ્ય શિક્ષક વર્ગને પોતાના કાર્યમાં કાંઇક સરળ થઇ પડે તેવા હેતુથી અને તેવીજ શૈલીથી તેમની પાસે જે જ્ઞેય વસ્તુ મૂકાયલી છે તેમાં કાંઇક વધ ઘટ કરી પ્રશ્નોત્તર રૂપે તૈયાર કરવા લેખકોએ પોતાનો બનતો પ્રયાસ કર્યો છે. વાંચન

માળાની છઠ્ઠી ચેાપડીમાં આવેલા **સૃષ્ટિજ્ઞાન**ના પાઠેા ઉપરાંત **પદાર્થ વિજ્ઞાનશાસ્ત્ર, રસાયનશાસ્ત્ર, વનસ્પતિશાસ્ત્ર, પ્રાણી વર્ણન, ઇંદ્રિય વિજ્ઞાનશાસ્ત્ર, ખગેાળશાસ્ત્ર** વગેરે ગ્રંથેામાંથી ઉપયેાગી બાબતેા ઘટાવવા લેખકેા ભૂલી ગયા નથી. જેથી આશા છે કે શિષ્ય શિક્ષક વર્ગને વધુ ઉપયેાગી થઈ પડશે. આમાં આપેલા પ્રશ્નો પરીક્ષક પદ્ધતિના છે. જેથી યેાગ્ય પદ્ધતિ સર પાઠેા શીખવ્યા બાદ આનેા મનેાયત્ન-પુનરાવર્તન તરીકે ઉપયેાગ કર્યાથી શિક્ષણ વધુ ફળદાયક નિવડશે એ નિઃસંદેહ છે. હાલમાં લેવાતી પરીક્ષામાં જુદા જુદા દૃષ્ટિ બિંદુથી પૂછાતા ભિન્ન ભિન્ન સવાલેાનેા પણ આમાં સમાવેશ કરેલેા હેાવાથી આશા છે કે વિદ્યાર્થી બંધુઓને વધુ ઉપયેાગી થઇ પડશે. છેવટે આ પુસ્તકનેા વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષક બંધુઓ બહેાળા પ્રમાણમાં સદુપયેાગ કરશે એવી અભિલાષા રાખીને લેખક વિરમે છે. **અસ્તુ !**

આવૃત્તિ **બીજી**—અમારા તરફથી ધેારણ ૫-૬ ની એકત્ર **સૃષ્ટિજ્ઞાનની** બુક થેાડા વખત ઉપર પ્રસિદ્ધ થઇ હતી. તે સંબંધે અમારા ઘણા શિક્ષક બંધુઓની સૂચના ઉપરથી તેના બે ભાગ જુદા પાડી તેમાં પ્રથમના કરતાં સુધારેા વધારેા કરવા અને આઠ દશ માસ જેટલી ટૂંક મુદતમાં આને લગતાં બીજાં ઘણાં પુસ્તકેાની હરીફાઇમાં ઉતરવા છતાં આ તેની બીજી આવૃત્તિ છપાવવા અમેાને અમારા શિક્ષક બંધુઓએ ભાગ્યશાળી બનાવી જે તક આપી અમારા કાર્યને ઉત્તેજન આપ્યું છે તે માટે તેઓના આભારી છીએ.

અક્ષય તૃતિયા, ૧૯૭૨. તા. ૫-૫-૧૬ સુ. નાર.	લેખક અને પ્રકાશક. શિવાભાઇ અને મણિશંકર.

—અભિપ્રાયો—

રા. રા. શિવાભાઇ અને મણિશંકર.

તમારા તરફથી સૃષ્ટિજ્ઞાનની ૨-૩-૪-૫-૬ ધોરણ માટેની ચોપડીઓ આવી. હું તેમાંનો ઘણો ભાગ વાંચી ગયો છું. એકંદર હકીકત ઘણી સારી ભેગી કરી છે, અને તે પદાર્થ પાઠો માટે ખાસ ઉપયોગી છે. શિક્ષકોને તે સહાયરૂપ થઇ પડશે. હું ધારૂં છું કે તેઓ તેનો ઉપયોગ કરી તમને યોગ્ય મદદ આપશેજ.

પાટણ.
તા. ૮-૩-૧૫.

T. R. Pandya.
પ્રિન્સિપાલ મેલ ટ્રેનિંગ કૉલેજ, પાટણ.

રા. શિવાભાઇ અને મણિશંકરે બનાવેલું સૃષ્ટિજ્ઞાનનું પુસ્તક મેં જોયું છે. તેની રચના સાદી, સરળ અને ઉતમ રીતે કરેલી મારા જોવામાં આવી છે. મને જણાવતાં સંતોષ ઉપજે છે કે તે પ્રાથમિક શાળાના શિક્ષકોને તેમજ વિદ્યાર્થીઓને ઘણી ઉપયોગી થવાની સાથે અન્ય કોઇ પુસ્તકની સહાય વગર વિષયનું જ્ઞાન મેળવવા ઉપયોગી થઇ પડશે. મને આશા છે કે એનો લાભ પુરતા પ્રમાણમાં લેવાશે.

વડોદરા.
તા. ૧૪-૩-૧૫.

I. D. Pandya.,
સાયન્સ ટીચર ટ્રેનિંગ કૉલેજ.
ફૉર-વીમન-વડોદરા.

શ્રી.

સૃષ્ટિજ્ઞાન.

(ધોરણ છઠ્ઠા માટે.)

---

૧ દ્રવ્ય કે પદાર્થ અને તેનાં ત્રણ રૂપ.

પ્રશ્ન—દ્રવ્ય કે પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉત્તર—જેને વાસ્તવિક રૂ છે, એટલે જે જગા રોકેછે, અને જેનામાં ભારછે તેને દ્રવ્ય કહેછે.

અર્થાત્ જેનું અસ્તિત્વ જોવાથી, અડકવાથી, ચાખવાથી, સુંઘવાથી અને સાંભળવાથી જાણી શકાયછે; અથવા જે જગા રોકેછે, અને જે ગતિ અને બળનું સાધનછે, એટલે ભાર હોયછે તેને દ્રવ્ય કે પદાર્થ કહેછે.

પ્ર૦ કઇ વસ્તુઓ દ્રવ્ય કે પદાર્થછે ?

ઉ૦ સ્લેટ, પેન, ચોપડી, કાગળ, ખુરસી, ટેબલ, પાણી, મધ, દૂધ, ઘી, વાયુ, વરાળ વગેરે.

પ્ર૦ જે વસ્તુઓ દ્રવ્ય નથી તેને શું કહેછે ?

ઉ૦ ઉપાધિ. જેના આવવા જવાથી ફેરફાર થાય પણ વજનમાં વધઘટ થતી નથી એટલે જેને વાસ્તવિક રૂપ કે વજન નથી તેને ઉપાધિ કહેછે.

પ્ર૦ ઉપાધિના દાખલા આપો ?

ઉ૦ ગરમી, ઠંડી, અજવાળું, અંધારું, પ્રકાશ, છાયા, વખ વિજળી, સુખ દુઃખ, અવાજ, વગેરે.

પ્ર૦ પદાર્થ કેટલી જાતના છે, અને કયા કયા ?

ઉ૦ બે. ૧. સજીવ, અને ૨. નિર્જીવ.

સજીવ એટલે જીવ વાળા પદાર્થ ઉપર જે ક્રિયાઓ થાયછે, તેને અભૈાતિક કહેછે. અને નિર્જીવ એટલે જીવ વગરના પદાર્થ ઉપર જે ક્રિયાઓ થાયછે તેને ભૈાતિક કહેછે.

પ્ર૦ પદાર્થના વર્ગ કેટલા છે, અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ ત્રણ ૧. ઘન કે નક્કર, ૨. પ્રવાહી, અને ૩. વાયુરૂપ.

પ્ર૦ પદાર્થના ત્રણ વર્ગ શેને લીધે પાડેલાછે ?

ઉ૦ રૂપને લીધે.

પ્ર૦ ઘન કે નક્કર પદાર્થનાં કયાં લક્ષણછે ?

ઉ૦ તેને કદ અને આકાર બંને હોયછે. તેમજ તેનું કદ અને આકાર બદલાતાં નથી.

દા૦—ચોપડીને ગમે તે જગાએ મુકો, તો પણ તેનું કદ અને આકાર જેવું ને તેવુંજ હમેશાં રહેશે.

પ્ર૦ ઘન પદાર્થના દાખલા આપો ?

ઉ૦ ચોપડી, સ્લેટ, પેન, પથ્થર, બરફ, સોનું, રૂપું વગેરે ધાતુઓ, લાકડું, માટી, કોયલા વગેરે.

પ્ર૦ પ્રવાહી પદાર્થનાં કયાં લક્ષણછે ?

ઉ૦ તેને કદછે, પણ આકાર નથી. તેનો આકાર જેવા વાસણમાં ભરીએ તેવો થાયછે. અને તે હમેશાં સરખી સપાટીએ સ્થિર રહેછે. એટલે આકાર બદલાયછે, પણ કદ બદલાતું નથી. અને તેનો રેલો ચાલેછે.

દા૦—પાણીને જેવા વાસણમાં ભરશો તેવો આકાર ધારણ કરશે અને તેની સપાટી સરખી રહેશે. પણ તેનું કદ જેટલુંછે તેટલુંજ રહેશે.

પ્ર૦ પ્રવાહી પદાર્થના દાખલા આપો ?

ઉ૦ પાણી, મધ, દૂધ, તેલ, દિવેલ, પારો વગેરે.

પ્ર૦ વાયુ રૂપ પદાર્થનાં ક્યાં લક્ષણછે ?

ઉ૦ તેને પોતાનું કદ અને આકાર નથી. પણ તે જેવી જગામાં ભરાય તેવું કદ અને આકાર ધારણ કરેછે.

દા૦—ઓરડામાં ભરાયલો વાયુ ઓરડાનો આકાર અને કદ ધારણ કરેછે, અને તેજ પદાર્થ બીજી કોઇ ખાલી જગામાં ભરાય તો તેના જેવું કદ અને આકાર ધારણ કરેછે.

પ્ર૦ વાયુ રૂપ પદાર્થનાં દાખલા આપો ?

ઉ૦ વરાળ, હવા, અને તમામ વાયુઓ એટલે ઓકિસજન, હૈડ્રોજન, નૈટ્રોજન, કાર્બોનિક એસિડગ્યાસ વગેરે.

પ્ર૦ ચોપડી પદાર્થછે એ સાબિત કરો ?

ઉ૦ તેને કદ અને આકાર બંનેછે. તેમજ તેનું કદ અને આકાર બદલાતાં નથી. તેમજ તે જગા રોકેછે. કારણકે એક જગાએ મુકેલી ચોપડી ઉપાડી લીધા સિવાય તે જગાએ બીજી ચોપડી રહી શકતી નથી. માટે તે પદાર્થછે.

પ્ર૦ પાણી પદાર્થછે એ સાબિત કરો ?

ઉ૦ પાણીને આકાર નથી, પણ તે જેવા વાસણમાં ભરીએ તેવો આકાર ધારણ કરેછે. તેને કદછે. અને તે કદ વધતું કે ઘટતું નથી. એટલે તેને વાસ્તવિક રૂપ હોવાથી જગા રોકેછે, માટે તે પદાર્થછે.

પ્ર૦ હવા પદાર્થછે એ સાબિત કરો ?

ઉ૦ પાણીના વાસણમાં પ્યાલાને સીધો ઉંધો ડુબાડીશું તો તેમાં પાણી ભરાશે નહિ, પણ એક બાજુએ જરા નમાવીશું, તો

હવા પરપોટા થઇ બહાર નીકળતી જશે, અને જેટલી હવા નીકળશે તેટલું અંદર પાણી ભરાશે; એટલે **હવા જગા રોકેછે તેથીજ એકજ વખતે એકજ જગાએ બે વસ્તુઓ સાથે રહી શકતી નથી.** વળી હવા જેવા વાસણમાં ભરાય તેવું કદ અને આકાર ધારણ કરેછે માટે હવા પદાર્થ છે. કારણ કે હવામાં ફેલાઇ જવાનો ગુણછે.

પ્ર૦ દ્રવ્યનાં ત્રણે રૂપમાં ફેર પડવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ સંબંધાકર્ષણ અને પ્રતિસારક બળને લીધે.

પ્ર૦ ત્રણે જાતના પદાર્થમાં કઇ જાતનું બળ હોયછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થમાં રજકણોને વળગાડી રાખનાર સંબંધાકર્ષણ બળ વધારે હોયછે. તેથી તેનું કદ અને આકાર બદલાતાં નથી. પ્રવાહી પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ પહેલા કરતાં થોડું હોવાથી તેની રજકણો હાલી ચાલી ગોઠવાઇ જાયછે. તેથી તેનો આકાર બદલાયછે. પણ કદ તેટલુંજ રહેછે. અને વાયુ રૂપ પદાર્થમાં માત્ર પ્રતિસારક બળ એકલું હોવાથી તેની રજકણો ફેલાઇ જવાથી તેનું કદ અને આકાર બદલાયછે.

પ્ર૦ કઇ ઉપાધિથી પદાર્થનાં રૂપ બદલાયછે ?

ઉ૦ ગરમીથી. ઘન પદાર્થને ગરમી આપ્યાથી તેની રજકણો વચ્ચે રહેલું સંબંધાકર્ષણ બળ તૂટી પ્રતિસારક બળ વધવાથી પ્રવાહી રૂપ થાયછે, અને પ્રવાહીને વધારે ગરમી આપ્યાથી સંબંધાકર્ષણ બળ નાશ પામી પ્રતિસારક બળ વધવાથી વાયુ રૂપ થાયછે.

ઉદા૦ બરફને થોડી ગરમી આપ્યાથી પાણી અને પાણીને વધુ ગરમી આપ્યાથી વરાળ થાયછે.

પ્ર૦ ત્રણે રૂપના કયા કયા પદાર્થ છે ?

ઉ૦ પાણી, ઘી, મીણ વગેરે.

પ્ર૦ પદાર્થ માત્ર કેવી રીતના બનેલા હોયછે ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થ ઝીણી રજકણોનો બનેલો હોયછે, આને અણુ સમુહ કહેછે.

પ્ર૦ સંબંધાકર્ષણ બળ એટલે શું ?

ઉ૦ જે બળને લીધે રજકણો એક બીજાને જોડાયલીજ રહેછે, અને એની મેળે છુટી પડી જતી નથી તે બળને **સંબંધાકર્ષણ બળ** કે **સ્નેહાકર્ષણ બળ** કહેછે.

પ્ર૦ પ્રતિસારક બળ એટલે શું ?

ઉ૦ જે બળને લીધે રજકણો એક બીજાથી દૂર ચાલી જાયછે. તેને **પ્રતિસારક બળ** કહેછે.

---

૨ પદાર્થના ગુણ.

પ્ર૦ પદાર્થના ગુણ કેટલાછે, અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ બે. ૧. **વિશેષ ગુણ**; અને ૨. **સામાન્ય ગુણ**.

પ્ર૦ વિશેષ ગુણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગુણ અમુકજ પદાર્થમાં હોયછે. તેને **વિશેષગુણ** કહેછે.

ઉદા૦—ખાંડમાં ગળપણ, મીઠામાં ખારાશ, અફીણમાં કડવાશ, આમલીમાં ખટાશ વગેરે વિશેષ ગુણછે.

પ્ર૦ સામાન્ય ગુણ કોને કહેછે?

ઉ૦ જે ગુણ સઘળા પદાર્થોમાં હોયછે તેને **સામાન્ય ગુણ** કહેછે.

જોકે આ ગુણોને સામાન્ય ગુણો કહેવામાં આવેછે; એટલે પદાર્થની દરેક સ્થિતિમાં તેમજ દરેક પદાર્થમાં તે હોયછેજ પરંતુ પ્રમાણનો ફેરછે. કેટલાએક પદાર્થોમાં તે એટલા થોડા પ્રમાણમાં

. આપણને તે હશે કે કેમ ? તેની શંકા લાગેછે. પણ તે દરેક પદાર્થમાં હોયછેજ.

પ્ર૦ પદાર્થના સામાન્ય ગુણ કેટલાછે, અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ સાત. ૧. વિસ્તાર, ૨. વિભાજ્યતા, ૩. છિદ્રતા. ૪. સ્થિતિસ્થાપકતા, ૫. વજન, ૬. જડત્વ અને ૭. અવિનાશીત્વ.

પ્ર૦ વિસ્તાર કોને કહેછે ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થે જગા રોકેછે તેને વિસ્તાર, પરિમેયતા કે અભેદ્યતા કહેછે.

એકજ જગાએ એકજ વખતે બે પદાર્થો સાથે રહી શકતા નથી

ઉદા૦—એક જગાએ મુકેલી ચોપડી ઉપાડી લીધા સિવાય બીજી ચોપડી તે જગાએ રહી શકે નહિ.

પ્ર૦ વિભાજ્યતા કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થના નાનામાં નાના ભાગ થઇ શકેછે, કારણકે પદાર્થો રજકણોથી—પરમાણુથી બનેલાછે.તે પદાર્થોના દુનિયા ઉપરનાં સાધનોથી નાનામાં નાના વિભાગ કરી શકાયછે, તેને વિભાજ્યતા કહેછે.

ઉદા૦—પાણીમાં રાતા રંગનું ટીપું નાંખીશું તો તમામ પાણી રાતું થઇ જશે તે વિભાજ્યતાના ગુણને લીધે થાયછે.

પ્ર૦ છિદ્રતા કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થો પરમાણુના સમૂહોના બનેલાછે અને એ પરમાણુઓ સંબંધાકર્ષણ બળને લીધે જોડાયછે, તે વખતે પદાર્થના સ્વરૂપ પ્રમાણે તેમની વચ્ચે થોડી ઘણી જગા રહેછે તેને છિદ્રતા કહેછે.

ઉદા૦—કેટલાક પદાર્થો ગરમીને લીધે ફુલેછે, અને ઠંડીથી સંકોચાય છે તે છિદ્રતાને લીધેજછે. પ્યાલામાં ટોકા ટંક ભરેલા પાણીમાં થોડી ખાંડ

નાંખીએ છીએ, તેથી પાણી બહાર નીકળતું નથી તેનું કારણ પાણીની રજકણો વચ્ચેની જગામાં-છિદ્રોમાં ખાંડની રજકણો સમાઇ જાયછે.

પ્ર૦ સ્થિતિસ્થાપકતા કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગુણવડે પદાર્થો દાબ્યાથી, અમળાવ્યાથી અથવા ખેંચ્યાથી તેના અસલ રૂપ કે કદમાં ફેર પડેછે, અને તે રૂપાંતર કરનારૂં બળ લઇ લેતાં અસલ રૂપમાં આવી શકેછે તેને **સ્થિતિ-સ્થાપકતા** કહેછે. ઉદા૦—નેતર, વાદળી, રબર જેવા પદાર્થમાં તો આ ગુણ સ્પષ્ટ નજરે પડેછે પણ સપાટ પથ્થર ઉપર તેલ ચોપડી સંપૂર્ણ ગોળ હાથીદાંતનો ગોળો પછાડી તરત જોતાં ગોળાના ઘણા ભાગ પર તેલ ચોંટેલું દેખાશે. જો ગોળો સ્થિતિસ્થાપક ન હોત તો એકજ બિંદુ આગળ તેલ ચોંટત. પણ તે પછાડતાં દબાવાથી ઘણા ભાગને તેલ ચોંટેછે અને થોડીવારે અસલ ગોળ રૂપમાં આવી જાયછે.

પ્ર૦ વજન કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે બળવડે પૃથ્વી દરેક વસ્તુને પોતાની ભણી ખેંચેછે તેને અથવા પદાર્થના દરેક અણુ ઉપર પૃથ્વીનું જે આકર્ષણ થાયછે તેના સરવાળાને **ભાર કે વજન** કહેછે. પૃથ્વી અને પદાર્થ વચ્ચેનું આકર્ષણ તોડવા માટે જે શક્તિ વપરાયછે તે વજનછે.

ઉદા૦—ત્રણે રૂપના તમામ પદાર્થો જોખતાં માલમ પડેછે કે તેમાં ભારછે.

પ્ર૦ જડત્વ કોને કહેછે ?

ઉ૦ હરકોઇ પદાર્થ પોતાની મેળે ગતિમાં આવતો નથી; અથવા ગતિમાં આવેલો પદાર્થ પોતાની મેળે અટકતો નથી તેને જડત્વ કહેછે. ઉદા૦ સ્થિર અથવા ગતિમાન પદાર્થને બહારની ઉપાધિ કે બળ લાગે નહિ ત્યાં સુધી પદાર્થની સ્થિતિમાં વિકાર થતો નથી તે જડત્વ ગુણને લીધેછે.

પ્ર૦ અવિનાશીત્વ કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થનો નાશ થતો નથી. માત્ર તેમાંનાં તત્વોનું રૂપાંતર થાયછે. તેને **અવિનાશીત્વ** કહેછે.

ઉદા૦—પાણીમાં મીઠું નાંખવાથી ઓગળી અદૃશ્ય થાયછે. તેથી મીઠું નાશ પામતું નથી. પણ તેનું રૂપાંતર થઇ પાણી ખારૂં થાયછે. તેમજ અગ્નિમાં પદાર્થો બળવાથી, તે નાશ પામતા નથી પણ તત્વો છૂટાં પડી જે તે તત્વ સાથે મળી જાયછે. પદાર્થનો નાશ કરી શકાતો નથી, તેમજ નવો ઉત્પન્ન પણ કરી શકાતો નથી. માત્ર સ્વરૂપ બદલાયછે.

પ્ર૦ પરમાણુ કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થના યાંત્રિક વગેરે સાધનોથી વિભાગ કરતાં છેવટે એવી સૂક્ષ્મ રજકણો હાથ આવે કે તેના વિભાગ કરવાથી પદાર્થના મૂળ ગુણોનો નાશ થઇ જાય, તેવી છેવટની રજકણોને એટલે તત્વોની બારીક કણુને **પરમાણુ** કહેછે.

પ્ર૦ અણુ કોને કહેછે ?

ઉ૦ મિશ્ર પદાર્થોની બારીકમાં બારીક કણુને **અણુ** કહેછે.

પ્ર૦ અણુ અને પરમાણુમાં શો ફેરછે ?

ઉ૦ પદાર્થો અણુથી બંધાયલા છે, અને અણુ પરમાણુથી બંધાયેલ છે.

પ્ર૦ ઇલેકટ્રોન કોને કહેછે ?

ઉ૦ હાલની નવી શોધ પ્રમાણે પરમાણુના પણ ઘણા બારીક ભાગ થઇ શકેછે. તે દરેક બારીક ભાગને ઇલેકટ્રોન કહેછે.

૩ બળ અને બળોનું સમતોલપણું.

પ્ર૦ સ્થિર પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થો આસપાસની વસ્તુઓના સંબંધમાં પોતાનાં સ્થળ બદલતા નથી તેને **સ્થિર પદાર્થ** કહેછે.

પ્ર૦ અસ્થિર અથવા ગતિમાન પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થો આસપાસની વસ્તુઓના સંબંધમાં પોતાનાં સ્થળ બદલેછે, તેને **અસ્થિર** અથવા **ગતિમાન** પદાર્થ કહેછે.

પ્ર૦ સ્થિર પદાર્થો વાસ્તવિક રીતે જોતાં ગતિમાનછે, એમ શાથી કહેવાયછે ?

ઉ૦ પૃથ્વી અવકાશમાં પોતાની ધરી ઉપર ફરતી ફરતી સૂર્યની આસપાસ ફરેછે, તેથી તેની સાથે સંબંધમાં રહેલા પદાર્થો પણ ફરેછે. તેથી તમામ પદાર્થો **ગતિમાન** કહેવાયછે.

પ્ર૦ બળ કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થની સ્થિર અથવા ગતિમાન અવસ્થામાં વિકાર કરનાર, અથવા વિકાર ઉત્પન્ન કરવાનું વલણ કરનાર ઉપાધિને **બળ** કહેછે.

પ્ર૦ ગતિમાં આવેલો પદાર્થ બહારની કઇ ઉપાધિથી સ્થિર થાયછે ?

ઉ૦ આકર્ષણ, વાતાવરણ અને જમીનની સપાટીનું ખરબચડાપણું.

પ્ર૦ ગતિમાં આવેલા પદાર્થને સ્થિર કરવા બળની જરૂરછે એ બીના કોણે શોધી કહાડી ?

ઉ૦ ન્યુટન નામના અંગ્રેજ તત્વવેત્તાએ.

પ્ર૦ સ્થિર અને ગતિમાન પદાર્થના સંબંધમાં ન્યુટને કયો નિયમ સિદ્ધ કર્યો ?

ઉ૦ **પદાર્થ પોતાની મેળે સ્થિરતામાં વિકાર કરી શકતો નથી; તેમ ગતિમાન પદાર્થ પોતાની મેળે અટકી શકતો નથી.**

પ્ર૦ બળ શું કાર્ય કરેછે ?

ઉ૦ પદાર્થની સ્થિતિમાં વિકાર કરેછે.

પ્ર૦ બળની અસર કયારે જણાતી નથી ?

ઉ૦ પ્રતિરોધ એટલે અટકાવ વધારે હોય ત્યારે; અને સામસામી દિશામાં સરખાં બળ લગાડવામાં આવ્યાં હોય ત્યારે.

ઉદા૦—ભીંતને હડસેલવાથી ભીંત ખસતી નથી તેનું કારણ આપણા બળ કરતાં ભીંતમાં પોતાની સ્થિતિમાં ટકી રહેવાનું બળ વધારેછે એટલે પ્રતિરોધ વધારેછે તેથી અને છોકરાઓ સામસામા દોરડું ખેંચેછે તેમાં બંને તરફનું સરખું બળ હશે તો એક બીજાને ખેંચી શકશે નહિ. કારણ કે સમાન અને સામસામાં બળ એક બીજા બળનો નાશ કરેછે.

પ્ર૦ બળની અસર કયારે જણાયછે ?

ઉ૦ એક તરફનું બળ ઓછું હોય અગર બીલકુલ ન હોય ત્યારે.

પ્ર૦ બળોનું સમતોલપણું કોને કહેછે ?

ઉ૦ જુદી જુદી દિશામાં લાગેલાં બળની અસર જણાય નહિ. એટલે પદાર્થ સ્થિર રહે તેને **બળોનું સમતોલપણું** કહેછે.

પ્ર૦ બળોનું સમતોલપણું કયારે થાયછે ?

ઉ૦ બંને તરફનાં બે સરખાં બળ વિરુદ્ધ દિશામાં કાર્ય કરવાથી પદાર્થની સ્થિતિમાં કાંઈ પણ ફેરફાર કરી શકતાં નથી; ત્યારે બળ

સમતોલછે એમ કહેવાયછે, અથવા બે કરતાં વધારે બળો લગાડેલાં હોય, પણ તે સામસામાં હોઇ સરખાં હોય, અને પદાર્થની સ્થિતિમાં ફેરફાર કરી શકે નહિ. ત્યારે બળ સમતોલછે; એમ કહેવાયછે.

અથવા બે કરતાં વધારે બળો પદાર્થનાં જુદાં જુદાં બિંદુ ઉપર લગાડવા છતાં પદાર્થની સ્થિતિમાં કોઇ પણ જાતનો ફેરફાર કરી શકે નહિ ત્યારે બળ સમતોલછે એમ કહેવાયછે. આવી વખતે એક તરફનું બળ લઇ લેવાથી બળ લગાડવામાં આવ્યુંછે તેની અસર જણાયછે.

---

૪ ઢાળ.

પ્ર૦ ઢાળ કોને કહેછે ?

ઉ૦ ત્રાંસા અને સપાટ ચઢાવને ઢાળ કહેછે.

પ્ર૦ ઢાળનાં દૃષ્ટાંત આપો ?

ઉ૦ સીડીઓ, દાદરા, પર્વતના રસ્તા વગેરે.

પ્ર૦ ઢાળ એ શુંછે, અને તેનાથી શો ફાયદો થાયછે ?

ઉ૦ ઢાળ એ એક યાંત્રિક શક્તિછે. અને તેનાથી થોડા બળે વધારે અટકાવ દૂર કરી શકાયછે; અથવ થોડા બળે વધારે વજન ઉંચું ચઢાવી શકાયછે.

પ્ર૦ સાદાં યંત્રના કેટલા પ્રકારછે; અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ ત્રણ ૧. ઢાળ, ૨. ઉચ્ચાલન, અને ૩. ગરગડી.

પ્ર૦ ઢાળની રચના કેવીછે ?

ઉ૦ ઢાળમાં લીસી ચપટી સપાટી હોઇ તે આડી સપાટી સાથે વાંક કરી અમુક ખુણો કરેછે. તેથી ઢ઼ળ બનેછે. ઢાળમાં લીસી ચપટી

સપાટીને લંબાઇ અને આડી સપાટીને પાયેા કહેછે.

પ્ર૦ ઢાળમાં નફો નુકસાન ક્યારે થાય તે સમજાવેા ?

ઉ૦ સીધા ચઢાવ ઉપર ભારે વજન ચઢાવવું મુસ્કેલછે, પણ ઢાળની મદદથી સહેલાઇથી અને થેાડા બળે વજન ચઢાવી શકાયછે. એટલે પાયેા અને ઢાળની વચ્ચેનેા ખૂણેા જેમ મેાટેા તેમ પદાર્થને પડી જતેા અટકાવવાને વધારે બળ જોઇએછે. અને ખૂણેા મેાટેા હેાય તેમ લંબાઇના પ્રમાણમાં ઉંચાઇ પણ વધતી જાયછે. એટલે ઉંચાઇ જોડે લંબાઇ જેમ વધારે હેાય તેમ પદાર્થને સમતેાલ રાખવાને વધારે બળનેા ખપ પડેછે, અને લાભ એાછેા થાયછે.

પ્ર૦ ઢાળમાં યાંત્રિક લાભ કેવી રીતે થાયછે ?

ઉ૦ ખૂણેા નાનેા એટલે ઉંચાઇ થેાડી તેમ યાંત્રિક લાભ વધારે; અને ખૂણેા મેાટેા એટલે ઉંચાઇ વધારે તેમ યાંત્રિક લાભ થેાડેા થાયછે.

પ્ર૦ ઢાળમાં બળ ક્યાં લાગેછે ?

ઉ૦ ઢાળની સપાટી પર અથવા સપાટીની સમાંતર અને પાયાને સમાન્તર બળ લાગેછે.

પ્ર૦ ઢાળ પર પીપ સીધાં નહિ ગબડાવતાં તિરકસ લીટીમાં કેમ ગબડાવેછે ?

ઉ૦ તિરકસ લીટીમાં ગબડાવતાં ચઢાવ કમી થવાથી ગબડાવવું સહેલું પડેછે.

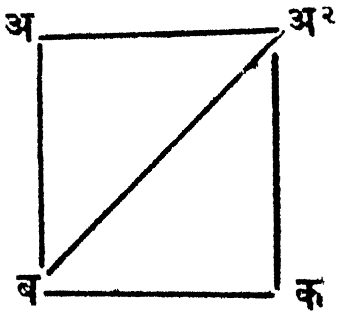
પ્ર૦ ઢાળમાં યાંત્રિક લાભ શા પ્રમાણમાં થાયછે ?

ઉ૦ **અંતરમાં જેટલેા ટેાટેા થાયછે, તેટલેા બળમાં લાભ મળેછે.** મતલબ કે ઢાળની લંબાઇ અથવા પાયેા ઉંચાઇ કરતાં મેાટેા હેાયછે. ત્યારે અંતરમાં તેટલેા ટેાટેા થાયછે. કેમકે વધારે અંતરમાં બળ લગાડવું પડેછે. અને તેને લીધે બળમાં તેનેા બદલેા

મળે છે. અર્થાત્ પ્રમાણમાં થોડું બળ બસ થાયછે.

પ્ર૦ અંતરમાં જેટલો ટોટો થાયછે, તેટલો બળમાં લાભ મળે છે. એ વાકયનો અર્થ સમજાવો ?

ઉ૦ જો ચઢાવ તદ્દન સીધો હોય એટલે આડી સપાટીની જોડે ઉભી સપાટી કાટખૂણો કરતી હોય તો વજન અને બળ બંને સરખાં જોઇશે. પણ જો એ ખૂણો કાટખૂણા કરતાં નાનો થાય, તો વજન કરતાં બળ ઓછું જોઇશે. પરંતુ ઉંચાઇ તેટલી ને તેટલીજ રહેવા દેવી હોય, અને ખૂણો કાટખૂણા કરતાં નાનો કરવો હોય, તો ઢાળની સપાટીની લંબાઇ વધારવીજ પડશે. એટલે કે બળ જો કે ઓછું જોઇશે પણ તેને કાર્ય વધારે જગામાં કરવું પડશે.



ધારો કે अ ब ઊંચાઈછે, અને ब क આડી સપાટીછે. જ્યાંસુધી अ ब क ખૂણો કાટખૂણાની બરાબર રહેશે. ત્યાં સુધી વજન અને બળ સરખાં જોઇશે. अ ब ને ब क ની સાથે કાટખૂણા કરતાં નાનો ખુણો કરે, એવી રીતે ગોઠવીએ. ધારો કે ब $अ_2$ એવી રીતે આવેલી સપાટીછે. તો આકૃતિ ઉપરથી જોતાંજ જણાઇ આવશે. अ ब કરતાં ब $अ_2$ મોટીછે. એટલે કે જો કે બળ ઓછું જોઇશે, તો પણ તે વખતે તેના કાર્ય કરવાનું અંતર વધશે.

પ્ર૦ અંતરમાં જેટલો ટોટો તેટલો બળમાં લાભ એ નિયમ દાખલા આપી સમજાવો ?

ઉ૦ ૧૦ શેર વજન ૪ ફૂટ ઉંચું ચઢાવવું હોય તો સીધું ઉંચે ચઢાવતાં ૧૦ શેર શક્તિ વાપરવી પડશે. પણ ૪૦ ફૂટના ઢાળ

ઉપર થઈ ચાર ફૂટ ઉંચે ચઢાવવું હોયતેા ઢાળની લંબાઇના દસમા ભાગ જેટલી ઉંચાઇ હોવાથી દસમા ભાગ જેટલી શક્તિ એટલે એક શેર શક્તિ વાપરવી પડશે.

એટલે ઉંચાઇ × વજન = ઢાળની લંબાઇ × શક્તિ થશે.

= ૪ × ૧૦ = ૪૦ × ૧ = ૧૦ શેર વજન માટે ૧ શેર શક્તિ જોઇશે. ૬૦ શેર વજન ૬૦ ઇંચની લંબાઇના ઢાળ ઉપર થઇને એક ઇંચ ઉંચું ચઢાવવું હોય તેા એક શેર બળ વાપરવું પડશે. એટલે વજનને એક ઇંચ ઉંચે ચઢાવવા માટે ૬૦ ઇંચ ઘસડવું પડશે તેથી અંતરમાં ટોટો થાયછે તેના પ્રમાણમાં બળમાં વજનના સાઠમા ભાગ જેટલું બળ વાપરવાથી ફાયદો થાયછે એટલે સાઠમા ભાગ જેટલું બળ કમી થાયછે, ત્યારે સાઠ ઘણું ખેંચાણ વધેછે. તેથી અંતરમાં ટોટો તેટલેા બળમાં લાભ થાયછે.

---

૫ ફાચર.

પ્ર૦ ફાચર એ શુંછે; અને તેની રચના કેવીછે ?

ઉ૦ ફાચર એ એક યાંત્રિક શક્તિછે. અને તે એક સરખા બે ઢાળ પાયા આગળથી જોડવાથી બનેછે. એટલે ફાચરમાં તિરકસ ઉંચાઇ તે ઢાળની લંબાઈછે, ફાચરના મથાળાનું અર્ધ તે લંબછે; અને ફાચરની લંબાઇ તે પાયેાછે. ફાચર એ ખસી શકે એવેા બેવડેા ઢાળછે.

પ્ર૦ ફાચરનાં વ્યવહારમાં વપરાતાં રૂપ કયાં કયાંછે ?

ઉ૦ છીણી, કુહાડા, કોદાળા, ફરસીઓ વગેરે ધારવાળાં ઓજાર તે ફાચરનાં રૂપાંતરછે.

પ્ર૦ ફાચર ફાયદાકારક કયારે થાય ?

ઉ૦ ફાચરનું મથાળું સાંકડું, અને તેના ઢાળની લંબાઇ વધારે હોય તેમ ફાચર ફાયદાકારક થાયછે. એટલે થોડા બળે વધુ કામ થાયછે.

પ્ર૦ ઢાળ અને ફાચરના ઉપયોગમાં ફેર શો ?

ઉ૦ ઢાળ પોતે સ્થિર રહેછે, અને ચઢવાની વસ્તુ અથવા વજન તેના ઉપર ખસેછે. પણ ફાચરમાં ફાચર ખસેછે, અને પદાર્થ સ્થિર રહેછે.

ઉદા૦—ઢાળ ઉપર ચઢતાં ઢાળ સ્થિર રહેછે, અને આપણે ખસીએ છીએ, પણ લાકડાં ફાડતાં છીણી કે કુહાડી અંદર ઉતરે એટલે ફાચર ખસેછે, પણ પદાર્થ—લાકડાં સ્થિર રહેછે.

પ્ર૦ ફાચરમાં બળ કયાં વપરાયછે ?

ઉ૦ ફાચરની પાછલી બાજુએ એટલે પાયાને સમાન્તર બળ વપરાયછે.

પ્ર૦ ઢાળનાં રૂપાંતરથી કઇ કઇ યાંત્રિક શક્તિઓ બનેછે ?

ઉ૦ ફાચર અને ફેર અથવા પેચ.

પ્ર૦ ફાચર શા ઉપયોગમાં આવેછે ?

ઉ૦ ભારે વસ્તુઓ ઉંચી કરવામાં, લાકડાં ફાડવામાં, ગોદીમાં પડેલાં બારકસો ઉંચાં કરવામાં વગેરેમાં ફાચર વપરાયછે.

પ્ર૦ ફાચર વારંવાર કયારે વપરાયછે ?

ઉ૦ ઘણીજ થોડી જગામાં અતિશય અટકાવ તોડવાનો હોયછે. ત્યારે વારંવાર ફાચર વપરાયછે.

પ્ર૦ ઢાળ અને ફાચરમાં બેમાંથી કઇ યાંત્રિક શક્તિવડે વધારે લાભ મેળવાય ?

ઉ૦ ઢાળમાં ઢાળને સમાન્તર અને પાયાને સમાન્તર એમ બે

રીતે બળ લગાડાયછે. તેમાં પાયાને સમાન્તર બળ લગાડવાથી કેટલુંક બળ નકામું જાયછે, તેથી ઢાળને સમાન્તર બળ લગાડવું ફાયદા કારકછે. પણ ફાચરમાં પાયાને સમાન્તર બળ લાગેછે તેથી તેમાં કેટલુંક બળ નકામું જાયછે માટે ઢાળ કરતાં ફાચર ફાયદાકારકછે પણ ઢાળમાં પાયાને સમાન્તર બળ લગાડાય તેા બંને સરખાં ફાયદાકારક થાય.

---

૬ ફેર કે પેચ.

પ્ર૦ ફેર એ શુંછે ?

ઉ૦ તે એક યાંત્રિક શક્તિછે, અને તે ઢાળનું રૂપાંતરછે.

પ્ર૦ પેચ કેવી રીતે બનેછે ?

ઉ૦ ઢાળને ગોળાકાર વાળવાથી પેચ બનેછે.

ઉદા૦—એક કાગળનેા કાટખુણીઓ ત્રિકોણ કાપી કાઢી તેના કર્ણને શાહી ચોપડી, તેની ઉંચાઇ સીસાપેન સાથે રાખી આખેા ત્રિકોણ સીસાપેન ઉપર વિંટાળીએ, તેા ઢાળનેા કાળેા—શાહીવાળેા દોરેા વચલી આંસે ગોળને ગોળ ચઢતાં મરોડી જેવેા દેખાયછે તે પેચના દોરા કહેવાયછે.

પ્ર૦ ફેર કે પેચમાં લંબાઇ અને ઉંચાઇ કઇછે ?

ઉ૦ પેચના દોરા એ ઢાળની લંબાઇ અને દોરા જેના ઉપર વિંટાળ્યાછે તે ઢાળની ઉંચાઈ કહેવાયછે.

પ્ર૦ ફેર કે પેચનાં વ્યવહારમાં વપરાતાં રૂપ કયાંછે ?

ઉ૦ સ્ક્રૂ, કલ્લાં સાંકળાંની દોરા વાળી ખીલીઓ, શેરડી પીલવાના કોલ્હુ, રૂની ગાંસડીઓ બાંધવાના પ્રેસ, ચોપડીઓ છાપવા કે બાંધવામાં વપરાતા સાંચા, તથા વરાળ યંત્રેા, ને ભારે વજનેાને

અને એઠેલાં ધરોને ઉંચકવા વપરાતાં ડ્રમકલાસ વગેરે.

પ્ર૦ પેચના કયા કયા પ્રકારછે ?

ઉ૦ નર પેચ. અને માદા પેચ સ્ક્રૂ અથવા દોરા વાળી ખીલીઓ તે નર પેચ અને ખીલીઓ અથવા સ્ક્રૂ રહેવાનાં જે પશિઆરાં તે માદા પેચ કહેવાયછે.

પ્ર૦ પેચ કે સ્ક્રૂ ફાયદાકારક કયારે થાય ?

ઉ૦ પેચમાં જેમ દોરાની સંખ્યા વધુ હોય, અને એક દોરાથી બીજા દોરા વચ્ચેનું અંતર થોડું હોય તેમ તે પેચ વધારે ફાયદાકારકછે.

પ્ર૦ પેચના દોરા કેટલી જાતનાછે, અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ બે ૧. ધારવાળા, અને ૨. બુઠા.

પ્ર૦ ધારવાળા દોરાના પેચમાં અને બુઠા દોરાના પેચના વાપરમાં શો ફેરછે ?

ઉ૦ ધારવાળા દોરાના પેચને જુદા પસિઆરાની જરૂર રહેતી નથી. પણ તેનો દોરે દોરો નીચે ઉતરી પેચ પાડી લેછે. બુઠા દોરાવાળા પેચને પસિઆરાની જરૂર પડેછે. ધારવાળા દોરાના પેચ સારા ગણાયછે કારણકે તે પોતાની મેળે પસિઆરું કરી લેછે, તેથી મજબૂત વળગી રહેછે. બુઠા દોરાવાળા પેચનાં પસિઆરાં ઘસાઇ જતાં નબળાં પડી જાયછે.

પ્ર૦ ઢાળ અને પેચના ઉપયોગની સરખામણી કરો ?

ઉ૦ ઢાળમાં પાયો ટૂંકો અને લંબાઇ વધારે તેમ ઢાળ વધારે ઉપયોગી. તેમ ઢાળમાંથી બનેલો અથવા ઢાળનું રૂપાંતર થયેલો પેચ તેમાં પણ દોરાની સંખ્યા વધુ તેમ ઢાળની લંબાઇ વધારે અને વધારે લંબાઇ વાળો ઢાળ સારો તેમ વધારે દોરાવાળો પેચ

સારો ગણાયછે.

પ્ર૦ ઢાળ, ફાચર અને પેચમાં પદાર્થ કયે સ્થળે રહેછે ?

ઉ૦ ઢાળમાં પદાર્થ ઢાળની લંબાઇએ એટલે ઢાળ સ્થિર રહેછે, અને પદાર્થ ખસેછે. ફાચરમાં પદાર્થ સ્થિર રહેછે. અને ફાચર પદાર્થમાં પેસેછે, એટલે ફાચર ખસેછે. અને પેચમાં પદાર્થ પેચને મથાળે, કે પેચની નીચે રહેછે. પેચના દોરા ઉપર એટલે ઢાળની લંબાઇએ પદાર્થ રહેતો નથી. પેચના દોરા પેચને ઉંચો નીચો કરવાનેજ કામ લાગેછે.

પ્ર૦ પેચમાં બળ અને વજન શા પ્રમાણમાં રહેછે ?

ઉ૦ પેચના દોરા વચ્ચેના અંતરનો સરવાળો × વજન = પેચની લંબાઈ × બળ.

પ્ર૦ યાંત્રિક શક્તિઓ કઇ કઇ છે?

ઉ૦ ઉચ્ચાલન ગરગડી, રેંટ, ઢાળ, ફાચર અને ફેર અથવા પેચ.

પ્ર૦ તમામ યાંત્રિક શક્તિઓમાં કઇ યાંત્રિક શક્તિ વધારે ફાયદાકારકછે અને તે શાથી ?

ઉ૦ ગરગડી. કારણકે એક જડેલી ગરગડી સાથે જેટલી છૂટી ગરગડીઓ વાપરીએ તે દરેક ગરગડીએ અર્ધું અર્ધું બળ ઓછું થાયછે.

પ્ર૦ તમામ યાંત્રિક શકિતઓમાં નફો નુકસાન શુંછે ?

ઉ૦ યાંત્રિક શકિતઓથી થોડા બળે ઘણું કામ થઇ શકેછે; પણ તેમાં વખત વધારે જાયછે.

---

૭ ગુરુત્વાકર્ષણ.

પ્ર૦ ગુરુત્વાકર્ષણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ ગુરૂ = ભારે + ત્વ=પણું + આકર્ષણ = ખેંચાણ = ભારેપણાને લીધે થતું ખેંચાણ. અથવા જે બળવડે પૃથ્વી દરેક પદાર્થને

પોતાની ભણી ખેંચેછે તે બળને ગુરૂત્વાકર્ષણ કહેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ કયા કયા પદાર્થોમાં હોયછે; અને તે કેવી રીતે હોયછે ?

ઉ૦ સઘળા પદાર્થોમાં ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ હોયછે. અને તે દરેક પદાર્થમાં રજકણના પ્રમાણમાં હોયછે. એટલે જે પદાર્થમાં વધારે રજકણો, તે પદાર્થમાં વધારે આકર્ષણ; અને જેમાં ઓછી રજકણો તેમાં ઓછું આકર્ષણ. તેથી વધારે રજકણો વાળો પદાર્થ ઓછી રજકણ વાળા પદાર્થને પોતાની તરફ ખેંચેછે. પદાર્થ પૃથ્વીને ખેંચેછે, અને પૃથ્વી પદાર્થને ખેંચેછે. એમ અરસપરસ ખેંચાણ થાયછે. પરંતુ પદાર્થમાં થોડી રજકણો હોયછે, અને પૃથ્વીમાં વધારે રજકણો છે તેથી પદાર્થના ખેંચાણની અસર જણાતી નથી. અને પૃથ્વીનું ખેંચાણ વધારે રજકણોને લીધે થવાથી પદાર્થ પૃથ્વી ઉપર પડેછે.

પ્ર૦ પદાર્થો ઓછા વત્તા ભારે કેમ લાગેછે ?

ઉ૦ ગુરૂત્વાકર્ષણને લીધે પદાર્થ પૃથ્વી ઉપર પડવાનું વલણ કરેછે. તેને પડી જતો અટકાવવાને આપણને આકર્ષણ તોડવાનું બળ વાપરવું પડેછે. તેથી પદાર્થ ભારે લાગેછે. જેમાં વધારે રજકણો તેને પડતો અટકાવવા વધારે બળ વાપરવું પડે તેથી તે ભારે લાગે- અને જેમાં ઓછી રજકણો તેને પડતો અટકાવવા ઓછું બળ વાપરવું પડે તેથી તે ઓછો ભારે લાગેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ ન હોત તો શું પરિણામ આવત ?

ઉ૦ વસ્તુઓમાં ભાર હોત નહિ, તેથી પૃથ્વી ઉપરનો કોઇ પણ પદાર્થ હોઇ શકત નહિ, અને પૃથ્વી પણ હાલ જે સ્થિતિમાંછે તે સ્થિતિમાં રહી શકત નહિ, એટલે આકાશના પોલાણમાં પૃથ્વી અને પદાર્થો ગમે ત્યાં ભટકયા કરત.

પ્ર૦ ગેલિલીઓ નામે વિદ્વાને ગુરૂત્વાકર્ષણના સંબંધમાં કયો નિયમ સિદ્ધ કર્યોછે ?

ઉ૦ પદાર્થ હલકો હોય કે ભારે હોય, તોપણ તેની દરેક રજકણપર પૃથ્વી સરખા બળથી આકર્ષણ કરેછે. અને તેમાં જેમ રજકણો વધારે હશે તેમ પૃથ્વી તેને વધારે બળથી ખેંચશે; અને રજકણો ઓછી હશે તેને ઓછા બળથી ખેંચશે. આ કારણને લીધે બધા પદાર્થો એકજ વખતે સરખા અંતરમાં નીચે પડશે.

પ્ર૦ બધા પદાર્થો એકજ વખતે સરખા અંતરમાં નીચે પડવા જોઇએ, છતાં હલકી વસ્તુઓ કરતાં ભારે વસ્તુઓ ઝડપથી નીચે કેમ પડેછે ?

ઉ૦ પદાર્થ નીચે પડતાં વાતાવરણ સામો અટકાવ કરેછે તેથી.

પ્ર૦ હવા વાળી જગામાં પથરો અને પીછું સાથે એકજ જગાએથી એકજ વખતે નાંખીએ; અને હવા વગરની જગામાં પથરો અને પીછું સાથે એકજ જગાએથી નાંખીએ તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ ૧. હવા વાળી જગામાં પથરો અને પીછું સાથે નાંખવાથી પથરો વહેલો પડશે, અને પીછું પાછળથી પડશે. કારણકે પીછા કરતાં પથરામાં વધારે રજકણો હોવાથી તેના ઉપર પૃથ્વીનું આકર્ષણ વધારે થવાથી હવા તેને થોડો અટકાવ કરેછે તેથી તે વહેલો પડેછે. અને પીછું ઓછી રજકણો વાળું હોવાથી હવા તેને વધારે અટકાવ કરી શકેછે તેથી તે મોડું પડેછે.

૨. હવા વગરની જગામાં પથરો અને પીછું સાથે નાંખવાથી હવાનો અંતરાય તેને નડતો નથી. તેથી પથરાની રજકણો ઉપર

અને પીછાની રજકણો ઉપર આકર્ષણ બળ સરખું થવાથી બંને સાથેજ પડશે.

પ્ર૦ ન્યુટન નામના અંગ્રેજ તત્વવેત્તાએ ગુરૂત્વાકર્ષણના સંબંધમાં કયો નિયમ સિદ્ધ કર્યોછે ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થને પૃથ્વી પોતાના મધ્યબિંદુ ભણી ખેંચેછે, એટલુંજ નહિ પણ પદાર્થો પૃથ્વીને પણ પોતાની તરફ ખેંચેછે. તેમજ પૃથ્વી ઉપરના તમામ પદાર્થો એક બીજાને અરસપરસ ખેંચેછે. પરંતુ પૃથ્વીની રજકણોનો જથો વધારે હોવાથી પદાર્થો પર પૃથ્વીનું આકર્ષણ થાયછે. તેથી પદાર્થો પૃથ્વી ઉપર પડી જાયછે. તમામ પદાર્થો એક બીજાને ખેંચેછે, છતાં પૃથ્વીના વધુ ખેંચાણને લીધે પદાર્થો જડત્વ ગુણ ધારણ કરી જે તે સ્થળે કાયમ રહેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણનો સામાન્ય નિયમ શોછે ?

ઉ૦ આકર્ષણ બળ પદાર્થોની રજકણોના સમૂહના પ્રમાણમાં થાયછે; અને અંતરના વર્ગના ઉલટા પ્રમાણમાં થાયછે. એટલે જેમ રજકણો વધારે તેમ આકર્ષણ વધારે, અને રજકણો જેમ ઓછી તેમ આકર્ષણ ઓછું પણ જેમ અંતર ઓછું તેમ આકર્ષણ વધારે; અને અંતર વધારે તેમ આકર્ષણ ઓછું થાયછે. ઉદા૦—એક પદાર્થમાં પાંચ રજકણ અને બીજામાં દસ રજકણ હોય તો પહેલા પદાર્થ કરતાં બીજા પદાર્થ ઉપર બમણું આકર્ષણ થશે, પણ બંને પદાર્થની રજકણો સરખી હોય છતાં પહેલા કરતાં બીજા પદાર્થ વચ્ચેનું અંતર બમણું હોય તો તેના વર્ગના ઉલટા પ્રમાણમાં એટલે ચાર ઘણું બળ ઘટશે. અને અંતર ત્રણ ઘણું હોય તો આકર્ષણ બળ નવ ઘણું ઘટશે.

પ્ર૦ અંતર વધવાથી તેજ વસ્તુનું વજન ઘટેછે તે સમજાવો ?

ઉ૦ પૃથ્વીની સપાટી ઉપર એક પદાર્થનું જેટલું વજન થાય,

તેના કરતાં તે પદાર્થને પર્વતને મથાળે લઇ જઇ ચાંપના કાંટાથી જોખવાથી વજન ઘટેલું જણાશે અને એજ પ્રમાણે એથી ઉંચે આકાશમાં લઇ જઇ જોખીશું તો પ્રથમ કરતાં પણ વજન ઘટેલું દેખાશે. ઉદા૦—પૃથ્વી ઉપર જે પદાર્થનું વજન ૬ શેર થાય, તેજ પદાર્થને ચંદ્ર ઉપર લઇ જઇ જોખીશું તો તે પદાર્થ એક શેર થશે એ ઉપરથી સાબિત થાયછે કે જેમ અંતર વધેછે તેમ વજન ઘટેછે.

પ્ર૦ એક પદાર્થને વિષુવવૃત્ત ઉપર તોળતાં અને ધ્રુવ ઉપર તોળતાં શું પરિણામ આવશે ?

ઉ૦ પૃથ્વી ઉત્તર દક્ષિણ ચપટી અને પૂર્વ પશ્ચિમ ફૂલેલીછે, એટલે ઉત્તર દક્ષિણના વ્યાસ કરતાં પૂર્વ પશ્ચિમનો વ્યાસ ૨૬ મૈલ વધારેછે. તેથી ધ્રુવ પૃથ્વીના મધ્યબિંદુ પાસે હોવાથી ત્યાં પદાર્થમાં જેટલું વજન થશે, તેના કરતાં વિષુવવૃત્ત આગળ અંતર મધ્યબિંદુથી વધારે હોવાથી વજન ઘટશે.

પ્ર૦ અંતર પ્રમાણે વજન માપવામાં કયા કાંટાનો ઉપયોગ કરવો ?

ઉ૦ ચાંપના કાંટાનો. કારણ કે, કાટલાં વાળા કાંટામાં તો પદાર્થ હલકો થાય એટલે કાટલાં પણ હલકાં થવાનાં; અને અંતર ઓછું થતાં પદાર્થ ભારે થાય એટલે કાટલાં પણ ભારે થવાનાં તેથી ચાંપના કાંટાથીજ ખરૂં વજન જાણી શકાયછે.

પ્ર૦ દરેક પદાર્થ પર પૃથ્વી આકર્ષણ કયે સ્થળેથી કરેછે ?

ઉ૦ મધ્યબિંદુએથી.

પ્ર૦ હવા કરતાં જે વાયુઓ હલકાછે તેના ઉપર આકર્ષણ કેમ અસર કરી શકતું નથી ?

ઉ૦ હવા કરતાં જે વાયુઓ હલકાછે તે હવા ઉપર તર્યા કરેછે. તેથી હવા તેને નીચે આવવા દેતી નથી. એટલે આકર્ષણ તેના ઉપર અસર કરી શકાતું નથી.

પ્ર૦ પદાર્થનું માપ શા વડે સમજાયછે ?

ઉ૦ પદાર્થની દરેક રજકણ ઉપર પૃથ્વી પોતાના મધ્યબિંદુથી આકર્ષણ કરેછે. એ સર્વે બળોની જે એકત્ર અસર થાયછે તેનું માપ ભાર વડે સમજાયછે.

---

૮ ગુરૂત્વમધ્યબિંદુ.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે બિંદુએ ટેકો રાખ્યાથી પદાર્થ સમતોલ રહેછે તે બિંદુને ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ કહેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ એટલે શું ?

ઉ૦ ગુરૂ = ભારે + ત્વ = પણું × મધ્યબિંદુ = ભારે પણાનું એટલે ભારનું મધ્યબિંદુ.

પ્ર૦ પદાર્થનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ શી રીતે ખોળી કહાડાય ?

ઉ૦ નિયમિત આકારના પદાર્થનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ ભૂમિતિની રીતે શોધી કાઢી શકાયછે. પરંતુ અનિયમિત આકારનો પદાર્થ હોય તો વારા ફરતી જુદા જુદા બિંદુએથી લટકાવી તે બિંદુથી પૃથ્વી ઉપર લંબ લીટીઓ દોરવી. આવી રીતે દોરેલી લીટીઓ જે બિંદુએ એક બીજાને છેદેછે, તે બિંદુ તે ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ કહેવાયછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ રેખા કોને કહેછે ?

ઉ૦ કોઇ પણ પદાર્થના ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુથી પૃથ્વી ઉપર સીધી

સીટી દોરીએ તેને ગુરૂત્વ રેખા કહેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ પદાર્થમાં કયે સ્થળે હોયછે ?

ઉ૦ કેટલાક પદાર્થોમાં મધ્યબિંદુ તેજ તેનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે, કેટલાક પદાર્થોમાં તેના પૃષ્ટ ઉપર ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે. અને કેટલાક પદાર્થોમાં પૃષ્ટની બહાર ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે.

ઉદા૦—ત્રાજવાં વગેરેમાં દાંડીનું મધ્યબિંદુ તેજ તેનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે. અનિયમિત આકારના પદાર્થોમાં તેના પૃષ્ટ ઉપર ગમે તે જગાએ તેનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે. અને વાળેલા કામઠામાં કામઠાની બહાર ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે.

પ્ર૦ પદાર્થની ગુરૂત્વ રેખા પદાર્થમાં કયે સ્થળે થઇને જાયછે ?

ઉ૦ પદાર્થના પાયાની અંદર અથવા પાયાની બહાર પણ કેટલાક પદાર્થોમાં જાયછે.

પ્ર૦ પાયો કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થનો જેટલો ભાગ સપાટી ઉપર મૂકતાં સપાટીને અડકે તેટલા ભાગને પાયો કહેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ રેખા પાયાની અંદર અથવા બહાર પડે તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ ગુરૂત્વ રેખા પદાર્થના તળીઆ—પાયાની અંદર થઇને જશે તો પદાર્થ ઉભો રહી શકશે; અને ગુરૂત્વ રેખા પાયાની બહાર પડશે તો પદાર્થ પડી જશે.

પ્ર૦ ખભે ભાર લઇ આપણે આગલી તરફ અથવા એક હાથમાં બોજો લઇ બીજી તરફના ખાલી હાથ ભણી શા માટે નમીએ છીએ ?

ઉ૦ ગુરૂત્વ રેખા પાયાની અંદર લાવવા માટે. જો એ પ્રમાણે નમીએ નહિ તો ચાલી શકાય નહિ; અથવા પડી જવાનો સંભવ

રહેછે. માટેજ નમીએ છીએ. કુસ્તી કરનારા પહોળા પગ કરીને ઉભા રહેછે તે પણ આજ કારણને લીધે. કારણ કે પહોળા પગ કરી ઉભા રહેવાથી ગુરૂત્વ રેખા લાંબા પાયાની અંદર આવવાથી સહેલાઇથી ખસી જતી નથી. દીવીનું તળીઉ ચાડા કરતાં પહોળું રાખવાનું કારણ પણ આજછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ તળીઆથી ઉંચું કે નીચું રહે તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ તળીઆથી નીચું રહે તો પદાર્થ પડી જવાનો સંભવ રહેતો નથી. અને તે તળીઆથી ઉંચું રહે તો પદાર્થ પડી જવાનો સંભવ વધુ રહેછે.

ઉદા૦—ઘરના કરા તળીઆ કરતાં ઉપરથી પહોળા હોયતો કરા વહેલા પડી જાયછે માટેજ નીચેથી પહોળા રાખી ઉપર સાંકડા કરતા જાયછે.

તેમજ ગાડામાં કડબનો ભોર ભરેછે, ત્યારે નીચેથી પહોળો ભરેછે. અને ઉપરથી સાંકડો ભરેછે કારણ કે પહોળા ભોરમાં ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ નીચે રહેવાથી પડી જવાનો સંભવ ઓછો રહેછે.

નાવડામાં ઉભા રહેવા કરતાં બેસવું સલામતી વાળુંછે. કારણ કે ઉભા રહેવાથી ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ ઉંચું રહેછે. તેથી પડી જવાનો સંભવછે. પણ બેસવાથી ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ નીચું આવેછે, તેથી પડી જવા સંભવ થોડો રહેછે.

---

૯ અવાજ.

પ્ર૦ અવાજ કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થોના અથડાવાથી, પ્રાણીઓના પોકારથી અથવા બીજી

કોઇ રીતે હવામાં નડતર થતાં તેમાં મોજાં ઉત્પન્ન થઇ તે મોજાં કાનની અંદરના પડદા સાથે અથડાઇ કાનની ઇંદ્રિય પર બોધ કરેછે તેને અવાજ કહેછે.

પ્ર૦ અવાજનાં મોજાંનાં કયાં નામછે ?

ઉ૦ નાદ, ધ્વનિ.

પ્ર૦ હવામાં મોજાં શી રીતે થાયછે ?

ઉ૦ પાણીમાં પથરો નાંખવાથી જેમ મોજાં થાયછે તેમ કોઇ અવાજથી તેની આસપાસની રજકણો ધ્રુજી, તેની આગળની હવાની રજકણોને ધ્રુજાવેછે, એમ આગળ આગળ હવામાં ધ્રુજારો ઉત્પન્ન થઇ મોજાં થાયછે. તેમાં હવા પોતે ગતિ કરતી નથી; પણ પોતાને મળેલી ગતિ પાસેની હવાને આપી હવા પોતે પોતાને સ્થળે રહેછે. એ પ્રમાણે ધક્કા અથવા આંદોલનથી મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ અવાજ કઇ દિશામાં સંભળાયછે; અને તેમ થવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ અવાજ બધી દિશામાં—ચારે તરફ સંભળાયછે કારણ કે થતા અવાજની આસપાસ બધે હવા ફેલીછે, તેથી બધી તરફની હવાની રજકણો અવાજને લીધે ધ્રુજેછે. અને તેથી બધી તરફ મોજાં થવાથી અવાજ ચારે તરફ સંભળાયછે.

પ્ર૦ અવાજ ક્યારે સંભળાતો નથી ?

ઉ૦ હવા વગરની ખાલી જગામાં અવાજ થયો હોય તો તે સંભળાતો નથી. કારણ કે અવાજને લઇ જનાર હવા ન હોવાથી મોજાં થતાં નથી. અથવા હવાનાં મોજાંને અંતરાય નડે તો તે આગળ જઇ શકતાં નથી, તેથી અવાજ સંભળાતો નથી; અથવા કાનની ઇંદ્રિય ઉપર કોઇ તરેહની ખામી હોય તો અવાજ

સંભળાતો નથી.

પ્ર૦ હવામાં અવાજનાં મોજાં શાથી ઉત્પન્ન થાયછે ?

ઉ૦ પદાર્થોના અથડાવાથી પદાર્થોની રજકણો ધ્રુજી ગતિમાં આવેછે, એ ગતિમાં આવેલી રજકણો તેની સાથે રહેલી હવાને ધ્રુજાવી મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ અવાજનાં મોજાંને લઇ જનાર કયા કયા પદાર્થોછે ?

ઉ૦ હવા, અને ઘન તથા પ્રવાહી પદાર્થો. જે પદાર્થો સ્થિતિ સ્થાપકછે તેનાથી અવાજનાં મોજાં વહેલાં જાયછે.

પ્ર૦ અવાજ જે વખતે થાયછે તેજ વખતે સામે સંભળાયછે કે નહિ; તે કારણ સાથે જણાવો ?

ઉ૦ અવાજ જે વખતે થાયછે, તે વખતે સામે સંભળાતો નથી. પણ તે કરતાં મોડો સંભળાયછે.

કારણ કે અવાજને હવામાં મોજાં થઇ આવતાં વાર લાગેછે. જેટલી વાર લાગે તેટલો અવાજ મોડો સંભળાયછે.

ઉદા૦—તળાવમાં લૂગડાં ધોતાં ઝીક પડેછે, તે સામે કિનારે રહી આપણે જોઇશું, તો ઝીક જે વખતે પડેછે તે વખતે અવાજ આપણે સાંભળી શકતા નથી. પણ ઝીક પડયા પછી કેટલીક વારે અવાજ સાંભળીએ છીએ તેનું કારણ અવાજનાં મોજાંને આવતાં વાર લાગેછે તેછે.

પ્ર૦ અવાજને વેગ કેટલોછે ?

ઉ૦ સાધારણ ઉષ્ણતા માન વાળી હવામાં એક સેકંડે ૧૧૪૦ ફુટછે. શરદીવાળી હવામાં એ કરતાં ઓછો, અને સુકી હવામાં એ કરતાં વધારે વેગછે.

હવા કરતાં પાણીમાં અવાજનો વેગ ચાર ઘણોછે; અને

લાકડામાં અવાજનો વેગ હવા કરતાં દસ ઘણો, અને લોઢામાં પંદર ઘણોછે. જે પદાર્થો સ્થિતિ સ્થાપકછે અને જેમાં રજકણો ઘણી ઘટ્ટ—પાસે પાસે હોયછે તેમાં હવા કરતાં અવાજને લઇ જવાનો વેગ વધારેછે.

પ્ર૦ અવાજ કાને શાથી સંભળાયછે ?

ઉ૦ આપણો બહારનો કાન દેખાયછે તે અવાજ અથવા ધ્રુજતા તરંગોને એકઠા કરી કાનના કુવામાં થઇને અંદરના લાંબા નાજુક પડદા લગી લઇ જાયછે. એ પડદો તરંગોને ગુંચવણ ભરેલા માર્ગમાં થઇને અંદર બીજા પડદા લગી લઇ જાયછે, અને તે પડદો અંદરના કાનમાં જાયછે. આ અંદરના કાનમાં પ્રવાહી ભરેલો હોઇ ત્રીજા પડદા જોડે તેનો સંબંધ થએલો હોયછે. આ પડદામાં સાંભળવાની ઇંદ્રિયના જ્ઞાનતંતુના શુમારે ૩૦૦૦ અતિ સૂક્ષ્મ તંતુઓછે. એ તંતુઓ મગજને ઇંદ્રિય બોધ પહોંચાડેછે, તેથી આપણે અવાજ સાંભળીએ છીએ.

પ્ર૦ કેટલાક અવાજ આપણને પ્રિય લાગેછે, અને કેટલાક અપ્રિય લાગેછે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ હવામાં અવાજના નિયમિત આંદોલનથી સુસ્વર થાયછે તે પ્રિય લાગેછે, અને અનિયમિત આંદોલનથી ઘોર થાયછે તે અપ્રિય લાગેછે.

---

૧૦ ગરમી કે ઉષ્ણતાની ઉત્પત્તિ.

પ્ર૦ ગરમી કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થની રજકણો અતિશય ધ્રુજતી ગતિમાં આવેછે; ત્યારે તેમાં જે વિશેષ શક્તિ ઉત્પન્ન થાયછે તેને **ગરમી** કહેછે.

પ્ર૦ ગરમી એ શું છે ?

ઉ૦ ગરમી એ પદાર્થ નથી. કેમકે તે જગા રોકતી નથી, તેને વાસ્તવિક રૂપ નથી કે તેનામાં ભાર નથી. માત્ર તેની અસરથી તે જણાયછે. ગરમી એ શક્તિછે, અથવા એક પ્રકારનું ગતિબળછે.

પ્ર૦ ગરમીની અસરો કેટલીછે; અને કઇ કઇ ? અથવા શું કામ કરેછે ?

ઉ૦ બે. ૧. પદાર્થને ફુલાવેછે; અને ૨. પદાર્થના રૂપ બદલે છે—રૂપાન્તર કરેછે.

પ્ર૦ ગરમીનાં નામ કયાં કયાંછે ?

ઉ૦ ગરમી, ઉષ્ણતા, ઉજ્મા, તાપ વગેરે.

પ્ર૦ ગરમી કયાંથી આવેછે ?

ઉ૦ ગરમીનું મોટું મૂળ સૂરજછે. એ સિવાય દીવો, દેવતા વગેરે સળગતા અને સ્વપ્રકાશક પદાર્થમાંથી તથા પદાર્થો એક બીજા સાથે અફાળવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે. તેમજ કેટલાક પદાર્થોનો રસાયનિક સંયોગ થવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ ગરમી શાથી ઉત્પન્ન થાયછે ?

ઉ૦ પદાર્થની રજકણોની ધ્રુજતી ગતિને લીધે તેમાં ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે. એટલે જે પદાર્થોમાં ધ્રુજતી ગતિનો વેગ સૌથી વધારે હોય તેઓ અતિશય ગરમ હોયછે, અને જે પદાર્થોમાં ધ્રુજતી ગતિનો વેગ ઓછો હોય તે પદાર્થો થોડા ગરમ હોયછે. પદાર્થોને ઘસવાથી, અફાળવાથી, ધસવાથી કે ગરમ પદાર્થો પાસે રાખવાથી તેમાં ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ ગરમીને ફેલાવનાર કયો પદાર્થછે ?

ઉ૦ ઇથર નામનો અતિ પાતળો, પારદર્શક, પ્રવાહી અને

સ્થિતિસ્થાપક વાયુછે. તે એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં ગરમીને ફેલાવેછે.

પ્ર૦ ઇથર ક્યાં રહેલોછે ?

ઉ૦ તે અતિ ઘટ અને પારદર્શક, નક્કર અને પ્રવાહી, અતિ પાતળા વાયુઓ અને તારાવાળું આકાશ ઇત્યાદિ તમામ પદાર્થોમાં પસરેલોછે.

પ્ર૦ ઈથરનાં મોજાં ગરમી કેવી રીતે ફેલાવેછે ?

ઉ૦ જેવી રીતે હવામાં અવાજનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે; અને તેનાથી અવાજ આપણે સાંભળીએ છીએ. તેવી રીતે તપાવેલા અથવા પ્રકાશિત પદાર્થની રજકણો અતિશય ત્વરા વાળી ધ્રુજતી ગતિમાં આવી ઇથરનાં મોજાં ઉત્પન્ન કરેછે. એટલે એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં ગરમી જાયછે. અથવા ઇથરની ધ્રુજતી ગતિ એક પદાર્થનો ધ્રુજારો બીજા પદાર્થમાં લઇ જાયછે તેથી ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ ઈથરનાં મોજાંનો વેગ કેટલોછે ?

ઉ૦ ખાલી જગામાં એક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલછે.

પ્ર૦ ગરમીથી પદાર્થ કેમ ફૂલેછે ?

ઉ૦ પદાર્થમાં ઉષ્ણતા ઉત્પન્ન થતાં ધ્રુજતી ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે, તેથી સંબંધાકર્ષણ બળ ઘટી જાયછે, અને પ્રતિસારક બળ વધેછે એટલે પદાર્થ ફૂલેછે.

પ્ર૦ ગરમીના કાર્યથી પદાર્થની સ્થિતિમાં શો ફેરફાર થાયછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ બળ એકલું હોયછે. તેને ગરમી આપ્યાથી સંબંધાકર્ષણ બળ ઘટેછે અને પ્રતિસારક બળ સંબંધાકર્ષણ બળની બરાબર થાયછે, એટલે પદાર્થો પ્રવાહી થાયછે. એ પ્રવાહી પદાર્થને વધારે ગરમી આપ્યાથી પ્રતિસારક બળ વધી

સંબંધાકર્ષણ બળનો નાશ કરેછે. એટલે છેવટે પ્રવાહી રૂપે બદલાઇને તેની વરાળ કે વાયુ રૂપ થાયછે. અને ગરમી નીકળી જતાં ઉલટું થાયછે એટલે પદાર્થ સંકોચાઇ પ્રવાહી હોય તે નક્કર થાયછે; અને વાયુ રૂપ હોય તે પ્રવાહી થાયછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણ અને ગરમીનાં કિરણમાં શો તફાવતછે?

ઉ૦ કેટલાક પદાર્થો વધારે પારદર્શક હોયછે, અને કેટલાક ઓછા પારદર્શક હોયછે. તેથી તેઓમાં થઇને પ્રકાશ વધારે કે ઓછો જઇ શકેછે. પરંતુ પ્રકાશની પેઠે સઘળા પદાર્થોમાં ઉષ્ણતાનાં કિરણ સરખી સહેલાઇથી જઇ શકતાં નથી. વળી ગરમીનાં કિરણોને પેસવા દેવાની પદાર્થની શક્તિનો ઘણો આધાર જે મૂળમાંથી ગરમી નીકળેછે તેના ઉપરછે,

ઉદા૦ રંગીત કાચમાં થઇને સૂર્યની ગરમીનાં કિરણ જેવી સહેલાઇથી જાયછે. તેવી સહેલાઇથી જ્યોતિમાંથી નીકળતી ગરમીનાં કિરણ જશે નહિ.

પ્ર૦ સૂર્યની ગરમીનાં કિરણ રંગીત કાચમાં થઇને સહેલાઇથી જઇ શકેછે એ ગુણનો વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ થાયછે?

ઉ૦ ઠંડા મૂલકોમાં છોડને રાખવા માટે કાચનાં ઘર બનાવેછે. કારણ કે કેટલાક છોડ એવા હોયછે કે તેમને પુષ્કળ ગરમી જોઇએ છે. અને તેમને વધવા માટે જેટલી ગરમીની જરૂરછે તેટલી ગરમી કાચનાં ઘર સંઘરી રાખેછે.

પ્ર૦ કાચનાં ઘર ગરમી સંઘરી રાખેછે તેનું કારણ શું?

ઉ૦ સૂર્યનાં કિરણ સીધાં પડેછે, તે કાચમાં થઇને સહજ જાયછે. પરંતુ તેઓ પૃથ્વી ઉપર પડેછે, ત્યારે તેમનું રૂપ બદલાઇ જઇ પહેલાંની પેઠે કાચમાં થઇને સહેલાઇથી જઇ શકતાં નથી.

માટે એ કિરણો અંદર રહી ગરમી એકઠી કરેછે.

ઉનાળામાં જે ઓરડામાં કાચની બારીઓ હોયછે તેમાં ગરમી વધારે રહેછે તેનું કારણ પણ કાચ સૂર્યની ગરમીને પાછી જવા ન દેતાં સંઘરી રાખેછે તેજછે.

---

૧૧ ગરમીની ગતિ.

પ્ર૦ ગરમી એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં કેટલી જાયછે ?

ઉ૦ ગરમ પદાર્થમાંથી ઠંડા પદાર્થમાં બંને પદાર્થ સરખા ગરમ થતા સુધી ગરમી જાયછે.

પ્ર૦ ગરમી કેટલી અને કઈ કઇ રીતે ગતિ કરેછે ?

ઉ૦ ત્રણ રીતે ૧. ઇથરનાં મોજાં મારફત, ૨. પદાર્થના પરમાણુ ધ્રુજી સંસર્ગથી બીજા પદાર્થના પરમાણુને ધ્રુજાવી ગરમી વહેવરાવેછે, ૩. પદાર્થની રજકણોનું ભ્રમણ થઇ ગરમી વહેછે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોજાં મારફત ગરમી કેવી રીતે વહેછે ?

ઉ૦ સૂર્યમાંથી પૃથ્વી ઉપર ગરમી આવતાં પદાર્થો ગરમ થાયછે, અથવા તાપણી સળગાવતાં તેની આસપાસ વેગળેથી પણ ગરમી લાગેછે. તેમાં સૂર્ય અને પદાર્થનો કે તાપણી અને પદાર્થનો પ્રત્યક્ષ સંયોગ થતો નથી, છતાં પદાર્થ ગરમ થાયછે. એ ગરમી ઇથરની રજકણોના ઉતાવળા આંદોલનને લીધે ઇથરમાં થઇને આવેછે. અને કિરણ રૂપે પદાર્થને પહોંચેછે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોજાં મારફત જે ગરમી પદાર્થને મળેછે તે ક્રિયાને શું કહેછે ?

ઉ૦ ઉષ્ણતા ગમન કે કિરણ પાતન કહેછે. કારણ કે ગરમ પદાર્થોમાં ગરમીને ફેલાવી દેવાની શક્તિ હોયછે તેથી તેને ઉષ્ણતા

ગમન શક્તિ કે કિરણ પાતન શક્તિ કહેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા ગમન કે કિરણ પાતનની ઉષ્ણતા કઇ બાજુએ ફેલાયછે ?

ઉ૦ બધી બાજુએ. ઉદા૦—તાપણીની આસપાસ બેઠેલા બધા માણસને ગરમી લાગેછે; અથવા સૂર્યમાંથી આવતી ગરમી બધા પદાર્થોને ગરમ કરેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા ગમનની ક્રિયા કયા પદાર્થોમાંથી થાયછે ?

ઉ૦ સૂર્ય, દીવો, દેવતા અને વધારે ઉષ્ણતા માનવાળા બધા પદાર્થમાંથી.

પ્ર૦ સંસર્ગથી ગરમી બીજા પદાર્થોમાં કેવી રીતે વહેછે ?

ઉ૦ લેઢાનો સળીઓ એક છેડેથી તપાવતાં બીજે છેડો પણ ગરમ થાયછે. આ ક્રિયામાં ગરમ થયેલી લોઢાની રજકણો ધ્રુજી નજીકની રજકણોને ધ્રુજાવી ગરમી એક રજકણમાંથી બીજી રજકણમાં વહેવરાવેછે. આ ક્રિયામાં રજકણો જયાંની ત્યાંજ રહેછે. માત્ર રજકણોનો ધ્રુજારો થઇ ગરમી વહેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા વહન; કે ઉષ્ણતા સંચારણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ સંસર્ગથી ગરમી બીજા પદાર્થમાં વહેછે એ ક્રિયાને **ઉષ્ણતા વહન** કે **ઉષ્ણતા સંચારણ** કહેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા વહનની ક્રિયા કયા પદાર્થોમાં થાયછે ?

ઉ૦ શિઘ્ર વાહક પદાર્થોમાં ઉતાવળે અને મંદવાહક પદાર્થોમાં ધીમે ધીમે ઉષ્ણતા વહનની ક્રિયા થાયછે.

પ્ર૦ શિઘ્ર વાહક પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થ ગરમીને ઉતાવળે લઇ જાયછે તેને. એટલે

એક છેડો ગરમ કરતાં બીજો છેડો પણ જલદી ગરમ થઈ જાયછે તેને **શિઘ્રવાહક પદાર્થ** કહેછે.

પ્ર૦ શિઘ્ર વાહક પદાર્થો કયા કયાછે ?

ઉ૦ તમામ ધાતુઓ. જેમકે રૂપું, ત્રાંબું, સોનું, પિત્તળ, કલાઇ, લોઢું, સીસું એ ધાતુઓ ઉતરતા અનુક્રમે શિઘ્ર વાહકછે.

પ્ર૦ મંદવાહક પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થ ગરમીને ધીમે ધીમે લઈ જાયછે તેને **મંદવાહક** કહેછે. એટલે જે પદાર્થનો એક છેડો ગરમ કરતાં બીજો છેડો ગરમ થતો નથી અથવા ઘણોજ થોડો ગરમ થાયછે તેને **મંદવાહક** કહેછે.

પ્ર૦ મંદવાહક પદાર્થો કયા કયા છે ?

ઉ૦ માટીનાં વાસણ, આરસપહાણ, ઇંટ, કાચ, લાકડું, કાગળ, લૂગડું, હાથીદાંત, પાણી, તેલ, મઘાર્ક, ઉન, રૂવાં, પીછાં, ઘાસ. સણ, રેશમ વગેરે.

પ્ર૦ કયા પદાર્થો ઉષ્ણતાના ઘણાજ થોડા વાહકછે ?

ઉ૦ હવા, ગંધક, ઓકિસજન, પાણી, વાયુઓ વગેરે ઘણાજ મંદવાહક પદાર્થ છે.

પ્ર૦ રજકણોનું ભ્રમણ થઈ ગરમી કેવી રીતે વહેછે ?

ઉ૦ ઉનામણામાં પાણી ગરમ કરતાં પ્રથમ તળીઉં ગરમ થઇ તળીઆ ઉપરના પાણીની રજકણો ગરમ થઇ ફૂલી હલકી થવાથી ઉપર આવેછે, અને ઉપરની ઠંડી અને ભારે રજકણો નીચે જાયછે. આ પ્રમાણે ગરમ થયેલી રજકણો ઉપર આવેછે અને ઠંડી નીચે જાયછે. એટલે નીચેથી ગરમી મળતા સુધી પાણીની રજકણોનું ભ્રમણ થઇ ગરમી વહેછે. દેવતા ઉપરની હવામાં પણ આજ પ્રમાણે હવાની રજકણોનું ભ્રમણ થઇ ગરમી વહેછે. એટલે

ઉપરનું પાણી જેમ ગરમ થાયછે તેમજ દેવતા ઉપરની હવા પણ ગરમ થાયછે. આ ક્રિયામાં રજકણોની સાથે ગરમી જાયછે. એટલે રજકણો સ્થળ બદલેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા નયન એટલે શું ?

ઉ૦ રજકણોનું ભ્રમણ થઈ ગરમી વહેછે તે ક્રિયાને **ઉષ્ણતા નયન** એટલે ઉષ્ણતાને સાથે લઇને જવું કહેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા નયનની ક્રિયા કયા પદાર્થોમાં થાયછે ?

ઉ૦ પ્રવાહી અને વાયુ રૂપ પદાર્થોમાં.

પ્ર૦ શિયાળામાં ઊનનાં લૂગડાં કેમ પહેરીએ છીએ ?

ઉ૦ ઊન જાતે ગરમ નથી. પણ ઊન મંદવાહક હોવાથી શરીરની અંદરની ગરમીને બહાર નીકળી જવા દેતું નથી. પણ અંદરની ગરમીને સાચવી રાખેછે. અને શરીરને બહારનો ઠંડો વા લાગવા દેતું નથી. વળી બધાં ગરમ લૂગડાંમાં ઊન અતિ મંદવાહકછે. તેથી ઊનનાં લૂગડાં શિયાળામાં વધુ પસંદ કરીએ છીએ.

પ્ર૦ શિયાળામાં કયા રંગનાં કપડાં પસંદ કરવાં; અને તે શા કારણથી ?

ઉ૦ કાળા રંગનાં. કારણકે કાળાં લૂગડાં સૂર્યનાં ગરમ કિરણોનું શોષણ કરેછે. સુતરાઉ ધોળા રંગનાં લૂગડાં કરતાં સુતરાઉ કાળા રંગનાં કપડાં શિયાળામાં પહેરવાં સારાંછે અને સુતરાઉ કાળા રંગ કરતાં ધોળા ઊનનાં ઊન અતિ મંદવાહક હોવાથી સારાંછે. અને ધોળા ઊનના કરતાં કાળા ઊનનાં કપડાં સૌથી વધારે સારાંછે. કારણ ઊન અતિ મંદવાહક હોવાથી શરીરની ગરમીને સાચવી રાખેછે. અને સૂર્યનાં ગરમ કિરણોનું શોષણ કરેછે. તેથી ઊનનાં કાળાં લૂગડાંથી બેવડી ગરમી મળેછે.

પ્ર૦ ઉનાળામાં સુતરાઉ ધોળાં લૂગડાં કેમ પસંદ કરીએ છીએ ?

ઉ૦ ઊન મંદવાહકછે અને સૂતર વાહકછે. વળી કાળો રંગ સૂર્યનાં તમામ કિરણોનું શોષણ કરેછે. પણ ધોળો રંગ થોડી ગરમીનાં કિરણોનું શોષણ કરેછે. એટલે ધોળાં લૂગડાં શરીરની ગરમીને સાચવી ન રાખતાં બહાર ફેંકી દેછે; તેમજ સૂર્યની ગરમીનાં કિરણો તેના ઉપર પડી પાછાં ફેંકાઈ જાયછે, તેથી ધોળાં લૂગડાં ઠંડાં રહેછે માટે ધોળાં સૂતરાઉ લૂગડાં પસંદ કરીએ છીએ.

પ્ર૦ ગરમી લેવાના સંબંધમાં પદાર્થનો કયો નિયમછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થો શોષકછે તેઓ કિરણ રૂપે વધારે ગરમી આપેછે, અને જેઓ મંદ શોષકછે તેઓ થોડી ગરમી આપેછે.

પ્ર૦ માથામાં તેલ ઘાલવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ તેલ પ્રવાહી પદાર્થછે અને પ્રવાહી પદાર્થો મંદવાહકછે. મંદવાક પદાર્થોમાં બહારની ગરમી બહુ પ્રવેશ કરી શકતી નથી. તેથી માથામાં તેલ ઘાલવાથી માથામાં ગરમી પ્રવેશ કરી શકતી નથી.

પ્ર૦ ગરમી ત્રણે રીતે ગતિ કરે એવો દાખલો આપો ?

ઉ૦ ધગ ધગતો લોઢાનો ગોળો લઈ લોઢાના બાજટ ઉપર મૂકવાથી લોઢાનો બાજટ ગરમ થાયછે તે ઉષ્ણતા વહનની ક્રિયાછે, ગોળા ઉપરનું વાતાવરણ ગરમ થાયછે તે ઉષ્ણતા નયની ક્રિયાછે, અને ગોળાની આજુબાજુ આપણને જે ગરમી લાગેછે તે ઉષ્ણતા ગમન અથવા કિરણ પાતનની ક્રિયાછે.

---

૧૨ છુપી કે ગુપ્ત ગરમી.

પ્ર૦ ગુપ્ત ગરમી કોને કહેછે?

ઉ૦ ઘન પદાથને પ્રવાહી કરવાને, કે પ્રવાહીને વાયુરૂપ કરવાને જે ગરમી વપરાયછે તેને છુપી કે ગુપ્ત ગરમી કહેછે.

પ્ર૦ ઘન પદાર્થને ગરમ કરવાથી શું થાયછે ?

ઉ૦ ગરમીથી રજકણો ફૂલી તેનું કદ વધી સંબંધાકર્ષણ બળ ઘટી પ્રથમ પ્રવાહી અને પ્રતિસારક બળ વધી છેલ્લે વાયુરૂપ સ્થિતિમાં આવેછે.

પ્ર૦ દ્રાવણ બિંદુ કોને કહેછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થ જેટલા અંશના ઉષ્ણતા માને પીગળી પ્રવાહી રૂપમાં આવેછે, તે અંશ તે પદાર્થનું દ્રાવણ બિંદુ કે ઓગાળ બિંદુ કહેવાયછે.

પ્ર૦ જુદા જુદા પદાર્થોનાં દ્રાવણ બિંદુ કયાં કયાંછે ?

ઉ૦ સેન્ટિગ્રેડ યંત્રના માપથી બરફનું શુન્ય અંશ, માખણ ૩૩, ફોસ્ફરસ ૪૪, મીણ ૬૫, ગંધક ૧૪૪, કલાઇ ૨૨૭, સીસું ૩૨૬, જસત ૪૨૨, રૂપું ૯૪૫, સોનું ૧૦૩૫ અને ઘડેલા લોઢાનું ૧૫૦૦ અંશ દ્રાવણ બિંદુછે.

પ્ર૦ ગુપ્ત ગરમી શું કાર્ય કરેછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થમાં રહેલા સંબંધાકર્ષણ બળને તોડી પ્રવાહી કરવામાં; અને પ્રવાહીમાં રહેલા બળને તોડી પ્રતિસારક બળ વધારી વાયુરૂપ કરવામાં એ ગુપ્ત ગરમી વપરાયછે.

પ્ર૦ બરફ અને પાણીને સરખાં તપાવી ગરમી માપીએ તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ શુન્ય અંશના એક શેર બરફના કકડા અને શુન્ય અંશનું એક શેર પાણી જુદા જુદા પ્યાલામાં ભરી, દરેકમાં ઉષ્ણતા માપક યંત્ર મૂકી, બંનેને ઉકળતા પાણીની વરાળમાં ધરી રાખીએ તો પાણીવાળા પ્યાલાનું ઉષ્ણતા માન વધશે, પણ બરફ વાળા પ્યાલાનું ઉષ્ણતા માન તેટલુંજ રહેશે. અને જ્યાં સુધી બરફની દરેક કણી

પીગળી રહે ત્યાં સુધી તેનું ઉષ્ણુતા માન શુન્યજ રહેશે. અને તે વખતે પાણીનું ઉષ્ણુતા માન ૮૦ અંશ થશે. આ પ્રયેાગથી સિદ્ધ થાયછે કે બરફનું પાણી થવામાં ૮૦ અંશ ગરમી વપરાઈ છતાં ઉષ્ણુતા માપક યંત્રમાં જણાઇ નહિ. આ ઉષ્ણુતાને **પાણીની ગુપ્ત ગરમી** કહેછે.

પ્ર૦ બરફનું પાણી કરવામાં ઉષ્ણુતા વાપરી છતાં જણાઇ નહિ તેા તે ઉષ્ણુતા—ગરમી કયાં ગઈ ?

પ્ર૦ બરફની રજકણેા જે સંબંધાકર્ષણ બળને લીધે જોડાયલી રહેલીછે. તે બળને તેાડી નાંખી રજકણેા છુટી પાડવામાં એ ગરમી વપરાઇ ગઇ.

પ્ર૦ બરફનું પાણી થવામાં જે ગરમી સમાઇછે તે ફરી પાછી કયારે નીકળેછે ?

ઉ૦ પાણીનું ફરી બરફ બનેછે ત્યારે.

પ્ર૦ વરાળની ગુપ્ત ગરમી કેાને કહેછે ?

ઉ૦ પાણીને તપાવીને વરાળ કરીએ તેા સેન્ટિગ્રેડના ૧૦૦ અંશ સુધી પારેા ચઢશે. પછી તેને ગરમી આપ્યા કરીશું તેા પણ પારેા બિલકૂલ ઉંચેા ન ચઢતાં ૧૦૦ અંશ ઉપરજ સ્થિર રહેશે. આમાં વધારાની જે ગરમી તે વરાળમાં વપરાઇછે, તેને **વરાળની ગુપ્ત ગરમી** કહેછે.

પ્ર૦ પાણીની વરાળ કરવામાં ઉષ્ણુતા વાપરી છતાં તે જણાઇ નહિ તેા તે કયાં ગઇ ?

ઉ૦ પાણીની રજકણેા જે બળને લીધે જોડાયલી રહેલીછે તે બળને તેાડી નાંખી રજકણેા છૂટી પાડી વરાળ બનાવવામાં એ ગરમી વપરાઈ ગઇ.

પ્ર૦ વરાળની છુપી ગરમીનું પ્રમાણ શુંછે ?

ઉ૦ ૭ રતલ શુન્ય અંશના ઠંડા પાણીમાં એક રતલ વરાળ પસાર કરવાથી પાણી ગરમ થઇ ૧૦૦ અંશનું થાયછે. એટલે વરાળ થવામાં છુપી રહેલી ૬૦૦ અંશ ગરમી પાણીને ગરમ કરવામાં વપરાઇ ગઇ અને વરાળની છુપી ગરમી જતી રહેવાથી પાણી ૧૦૦ અંશનું ગરમ થયું આ ઉપરથી સિદ્ધ થાયછે કે વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણાતા ૬૦૦ અંશછે.

પ્ર૦ બરફ શી રીતે બનાવવામાં આવેછે ?

ઉ૦ વરાળની છુપી ગરમીના નિયમે કૃત્રિમ ઠંડી ઉત્પન્ન કરી પાણીનું બરફ કરવામાં આવેછે.

પ્ર૦ શરીરે પરસેવો વળ્યો હોય ત્યારે પંખા વડે પવન નાંખવાથી ટંડક કેમ લાગે છે ?

ઉ૦ પરસેવો સૂકાઇ ઉડી જવાને જે ગરમી જોઇએ, તે તેને શરીરમાંથી અને આસપાસની સૂકી હવામાંથી મળેછે. અને તેથી શરીરમાંથી અને આસપાસની હવામાંથી તેટલી ગરમી ઓછી થવાથી પંખાવડે પવન ખાતાં ઠંડક લાગેછે.

માથું દુખતું હોય ત્યારે કોલોન વોટરનાં પોતાં મૂકવાથી કોલોન વોટરમાંનો મદ્યાર્ક માથામાંની ગરમી અને આસપાસની હવામાંની ગરમી લઇ સૂકાઇને ઉડી જાયછે તેથી માથું ઠંડું પડી દુખાવો ઓછો થાયછે.

પ્ર૦ ઉનાળામાં નવાં માટીનાં વાસણનું પાણી ઠંડુ કેમ લાગેછે ?

ઉ૦ નવા વાસણમાં જે છિદ્રો હોયછે, તે છિદ્રોમાંથી પાણી બહાર ઝરેછે; તે ઝરેલું પાણી અંદરના પાણીની ગરમી, અને આસપાસની હવામાંની ગરમી લઇ સૂકાઇ ઉડી જાયછે. તેથી અંદરનું પાણી

ગરમી નીકળી જતાં અને આજુબાજુની ઠંડકને લીધે ઠંડું થાયછે. એ પ્રમાણે વાસણ જ્યાં સુધી છિદ્રોવાળું રહે ત્યાં સુધી પાણી ઠંડુ થાયછે. પણ જ્યારે બહારના અથવા પાણીના કચરાથી પુરાઇ બંધ થઇ વાસણ રીઢાં થાયછે. ત્યારે વાસણનું પાણી ઠંડુ લાગતું નથી.

---

૧૩. પ્રકાશ અને તેનો ફેલાવો.

પ્ર૦ પ્રકાશ એ શું છે?

ઉ૦ જેમ ગરમી પદાર્થ નથી તેમ પ્રકાશ પણ પદાર્થ નથી. વળી પ્રકાશ અને ગરમીને ઘણો નિકટનો સંબંધ છે. એટલે ઘણું કરીને જ્યાં ઉષ્ણતા ત્યાં પ્રકાશ, અને જ્યાં પ્રકાશ ત્યાં ઉષ્ણતા હોય છે. વળી બંનેની ચાલવાની ઝડપ તેમજ કાર્ય એકજ છે.

પ્ર૦ પ્રકાશ કોને કહે છે?

ઉ૦ ઉષ્ણતા ગમન અથવા કિરણ પાતન શક્તિ આંખ ઉપર પડેછે તેને અથવા ઇથરના એક જાતના ધ્રુજારાથી થયેલી કિરણ પાતન શક્તિને પ્રકાશ કહેવામાં આવેછે.

પ્ર૦ અજવાળાનું અને ગરમીનું મૂળ શું?

ઉ૦ સૂરજ.

પ્ર૦ પ્રકાશના સંબંધમાં પદાર્થના વર્ગ કેટલા છે; અને કયા કયા?

ઉ૦ બે. ૧. સ્વપ્રકાશક; અને ૨. પરપ્રકાશક.

પ્ર૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થ કોને કહેછે; અને તે કયા કયાછે?

ઉ૦ જે પદાર્થો જાતે પ્રકાશિત હોય એટલે જેમાંથી પ્રકાશનાં કિરણો નીકળી ચોમેર ફેલાય છે તેને સ્વપ્રકાશક પદાર્થ કહેછે.

જેમકે:—સૂર્ય, વિજળી કે ગ્યાસનો દીવો, સઘળા બળતા પદાર્થો, અગ્નિ, તારા વગેરે.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક પદાર્થ કોને કહેછે; અને તે કયા કયાછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થો જાતે પ્રકાશિત નથી, પણ બીજા પ્રકાશિત પદાર્થોનાં કિરણ તેમના ઉપર પડવાથી પ્રકાશિત થાયછે તેમને પરપ્રકાશક કહેછે. જેમકે:—પથ્થર, કાગ, માટી, કોયલા, ચંદ્ર, ગ્રહો વગેરે.

પ્ર૦ પ્રકાશ ક્યાંથી મળેછે ?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થો જેવાકે સૂર્ય, વિજળી કે ગ્યાસનો દીવો કે બીજાં તેલોના દીવા, અગ્નિ અને સઘળા બળતા પદાર્થો વગેરેમાંથી પ્રકાશ મળેછે

પ્ર૦ પદાર્થ કેવી રીતે આપણને દેખાયછે ?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થમાંથી નીકળતાં કિરણ વસ્તુઓ–પદાર્થો ઉપર પડેછે, અને તેના ઉપરથી પાછાં ફેંકાઈ આપણી આંખમાં પેસે છે, તેથી પદાર્થ આપણને આંખે દેખાયછે.

પ્ર૦ આંધળા માણસો કેમ જોઇ શકતા નથી ?

ઉ૦ પ્રકાશનાં કિરણ વસ્તુઓ ઉપર પડી ત્યાંથી પાછાં ફેંકાઇને આંખમાં આવતાં આંખ કિરણો ગ્રહણ કરી શકવા શક્તિમાન ન હોય તેથી આંધળા માણસો જોઈ શકતા નથી.

પ્ર૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થો કેવી રીતે દેખાયછે ?

ઉ૦ તેમાંથી નીકળતાં કિરણો પરભાર્યા આંખમાં પેસેછે તેથી સ્વપ્રકાશક પદાર્થો દેખાયછે.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક પદાર્થો કેવી રીતે દેખાયછે ?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થમાંથી નીકળતાં કિરણ એવાં પદાર્થ

ઉપર પડી ત્યાંથી પાછાં ફેંકાઈ જોનારની આંખમાં પેસેછે. તેથી પરપ્રકાશક પદાર્થો દેખાયછે.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક પદાર્થો ચળકતા શાથી દેખાયછે ?

ઉ૦ પરપ્રકાશક પદાર્થો જાતે ચળકતા નથી પણ સ્વપ્રકાશક પદાર્થોના સંબંધમાં કિરણોદ્વારા આવેછે તેથી ચળકતા દેખાયછે.

પ્ર૦ પ્રકાશિત પદાર્થ કેવી અવસ્થામાં હોયછે ?

ઉ૦ અતિશય ધ્રુજતી અવસ્થામાં. આકાશી પદાર્થોમાં જે ધ્રુજતા માલમ પડેછે તે સ્વપ્રકાશક છે, અને જેનું તેજ સ્થિર દેખાય છે તે પરપ્રકાશકછે. આકાશમાં તારા અને ગ્રહો કયા તે આ ઉપરથી જાણી શકાયછે કે ધ્રુજતા તેજવાળા તે તારાછે, અને સ્થિર તેજ વાળા તે ગ્રહોછે.

પ્ર૦ પ્રકાશને લઇ જનાર અથવા ફેલાવનાર કોણછે ?

ઉ૦ ઈથર નામનો અતિ પાતળો અને પારદર્શક વાયુ-પદાર્થ છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં મોજાં અને અવાજનાં મોજાંમાં ફેર શોછે ?

ઉ૦ પ્રકાશનાં મોજાં ઇથર મારફત જાયછે; અને અવાજનાં મોજાં હવા મારફત જાયછે. ઇથરનાં મોજાંથી આંખના માંહેલા ભાગની ત્વચાના જ્ઞાનતંતુનાં બિંદુઓ ધ્રુજતી ગતિમાં આવી પ્રકાશનો બોધ કરેછે; અને હવાનાં મોજાંથી કાનનો પડદો ધ્રુજતી ગતિમાં આવી અવાજનો બોધ કરેછે.

પ્ર૦ પ્રકાશ લઇ જનાર ઇથરનાં મોજાં અને અવાજ લઇ જનાર હવાનાં મોજાં કઇ તરફ ગતિ કરેછે ?

ઉ૦ પ્રકાશ લઈ જનાર ઈથરનાં મોજાં સીધી લીટીમાં જાયછે, અને અવાજ લઇ હવાનાં મોજાં ચારે તરફ બધી દિશામાં જાયછે. દાખલા તરીકે—દોરી છુટી રાખી તેનો એક છેડો ઝાલી હલાવીએ

તો જેમ બીજા છેડા સુધી ગતિ પહોંચેછે, તેજ પ્રમાણે પ્રકાશનાં મોજાં પથરમાં થઇને ગતિ કરેછે. જ્યારે અવાજનાં મોજાં હવામાં ગોળ કુંડાળાંમાં થાયછે. જેવી રીતે પાણી ભરેલા વાસણમાં વચ્ચે કાંકરી નાંખીએ તો જેવાં કુંડાળાં થાયછે; તેવી રીતે થાયછે.

પ્ર૦ તેજસ્વી પદાર્થ અને જોનાર વચ્ચે અપાર દર્શક પદાર્થ મૂકવાથી તેજસ્વી પદાર્થ કેમ દેખાતો નથી, તથા અપાર દર્શક પદાર્થનો પડછાયો કેમ પડેછે ?

ઉ૦ પ્રકાશ અપાર દર્શક પદાર્થને ભેદીને જઇ શકતો નથી, માટે તેજસ્વી પદાર્થ દેખાતો નથી, અને પ્રકાશ ભેદીને કે વાંકો વળીને જઇ શકતો નથી, માટે અપાર દર્શક પદાર્થનો પડછાયો –ઓળો પડેછે

પ્ર૦ છાંયડામાં પણ અજવાળું કેમ પડેછે ?

ઉ૦ આસપાસની બીજી વસ્તુઓ ઉપરથી અને વાતાવરણની બારીક રજકણો ઉપરથી થોડાં કિરણ પાછાં ફેંકાયાથી છાંયડામાં પણ અજવાળું પડેછે. તેથી છાંયડામાંની વસ્તુઓ પણ જોઇ શકાયછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણોનો વેગ કેટલોછે ?

ઉ૦ એક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલ. પ્રકાશના વેગની ગણત્રી રોમર નામના ખગોળવેત્તાએ પ્રથમ અનુમાન કરેલું તે ઉપરથી બીજા વિદ્વાનોએ નક્કી કરીછે.

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી અને ચંદ્રમાંથી પ્રકાશને પૃથ્વી ઉપર આવતાં કેટલો વખત લાગેછે ?

ઉ૦ સૂર્યમાંથી આવતાં આઠ મિનિટ, અને ચંદ્ર ઉપરથી આવતાં ૧ મિનિટ ૨૦ સેકન્ડ.

પ્ર૦ પ્રકાશ સીધી લીટીમાં જાયછે તે સાબિત કરો ?

ઉ૦ કાણાં પાડેલાં ત્રણ પત્તાં લઇ એક સીધી લીટીમાં કાણાં આવે એવી રીતે તેમને એક એકની પાછળ થોડે થોડે અંતરે મૂકો. તેમની સામેની બાજુએ દીવો મૂકી કાણામાંથી તે દીવા ભણી દૃષ્ટિ કરશો તો તમે તે જોઇ શકશો. હવે કાણાં એક સીધી લીટીમાં ન આવે એવી રીતે એક પત્તું ખસેડો તો પત્તાંમાંથી દીવો દેખાશે નહિ. એ પરથી સાબિત થાયછે કે પ્રકાશ હમેશાં સીધી લીટીમાંજ જાયછે.

---

૧૪. પ્રકાશનું પરાવર્તન.

પ્ર૦ પ્રકાશનું પરાવર્તન એટલે શું ?

ઉ૦ પ્રકાશનાં કિરણો કોઇ ચળકાટ મારતી વસ્તુ ઉપર પડેછે ત્યારે પડતાં કિરણોમાંનાં કેટલાંએક કિરણો અમૂક નિયમ પ્રમાણે બીજે સ્થળે જઇને પડેછે તેને **પ્રકાશનું પરાવર્તન** કહેછે.

પ્ર૦ પ્રકાશના પરાવર્તનનો સામાન્ય નિયમ શોછે ?

ઉ૦ હવા પાણી અને કાચ જેવા કોઈ અમુક ઘાડાઇના પદાર્થમાં થઇને જતાં ભિન્ન ઘાડાઇના બીજા પદાર્થપર પ્રકાશ પડેછે, તે વારે તેના જુદા જુદા ભાગો થઇ તેઓ ભિન્ન ભિન્ન રીતે વર્તેછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો બીજા પદાર્થો ઉપર પડેછે ત્યારે કિરણોનું શું થાયછે; અને તે શું કાર્ય કરેછે ?

ઉ૦ તેના ત્રણ વિભાગ થાયછે. ૧. કિરણોનો એક ભાગ બીજા પદાર્થના પૃષ્ટ ઉપરથી પાછો ફેંકાઈ એટલે પરાવર્તન પામી પહેલા પદાર્થમાં જાયછે. જો પૃષ્ટ સમાન હોય એટલે સરખી સપાટીનું હોય તો નિયમિત રીતે પાછો ફેંકાયછે; અને પૃષ્ટ અસમાન–ખરબચડું હોય તો અનિયમિત રીતે પાછો ફેંકાયછે.

૨. કિરણોનો બીજો ભાગ તે બીજા પદાર્થમાં જાયછે, અને તેની દિશા બદલાઇ અમુક નિયમ પ્રમાણે વાંકો વળેછે, એટલે તેનું વક્રીભવન થાયછે.

૩ ત્રીજા ભાગનું પદાર્થમાં શોષણ થઈ તેની ઉષ્ણુતા બનેછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનું પરાવર્તન કયા પદાર્થો ઉપરથી સારૂં થાયછે?

ઉ૦ જેની સપાટી નિયમિત અથવા લીસી હોય તેના ઉપરથી પરાવર્તન ઘણું સારૂં થાયછે. અને જેનું પૃષ્ટ ખરબચડું હોય તેના ઉપરથી પરાવર્તન થોડું થાયછે.

પ્ર૦ કિરણો પડવાની અને પરાવર્તન પામવાની ક્રિયા કેવી રીતે થાયછે?

ઉ૦ એક આરસી લઇ તેના ઉપર પુષ્કળ કિરણો પડવા દઇએ. તો કિરણો હવામાં પાછાં ફેંકાતાં આપણા જોવામાં આવશે. હવે જો આરસી ઉપર જમણી બાજુએથી કિરણ આવનાં હશે તો પરાવર્તન પામ્યા પછી તેઓ ડાબી બાજુ તરફ જશે. અને ડાબી તરફથી આવશે તો પરાવર્તન પામ્યા પછી તે જમણી મેર જશે અને પૃષ્ટ ઉપરથી દોરેલા લંબ સાથે પડતાં કિરણ અને પરાવર્તન પામતાં કિરણ સરખા ખુણા કરશે. પણ જો કિરણ લંબ રૂપે પડયાં હોય તો પરાવર્તન પામતાં પણ સીધાં પાછાં ચાલ્યાં જશે. એટલે તે વખતે એ ખુણા થશે નહિ.

પ્ર૦ પડતાં કિરણના અને પાછાં જતાં કિરણના ખુણાનાં નામ શાંછે?

ઉ૦ પડતાં કિરણના ખુણાનું નામ પતન કોણ અને પાછાં જતાં કિરણના ખુણાનું નામ પરાવર્તન કોણ છે.

ઉ૦ અપાર દર્શક પદાર્થો ઉપર કિરણોનું પરાવર્તન થોડું કેમ થાયછે ?

ઉ૦ અપાર દર્શક પદાર્થોનાં પૃષ્ટ થોડાં લીસાં હોયછે. તેથી પ્રકાશનાં કિરણો પરાવર્તન પામી ચોમેર ફેલાઇ જાયછે.

પ્ર૦ પદાર્થ પોતાને ખરે સ્થળે કયારે દેખાય; અથવા આઘો પાછો કયારે દેખાય ?

ઉ૦ પદાર્થમાંથી નીકળતાં કિરણો સીધી લીટીમાં આંખમાં પેસે ત્યારે પદાર્થ પોતાને ખરે સ્થળે દેખાય; અને પદાર્થમાંથી નીકળતાં કિરણોનું પરાવર્તન થાય તો પદાર્થ ખરે સ્થળે ન દેખાતાં પરાવર્તન કિરણોની સામી દિશામાં દેખાયછે.

દા૦—તળાવમાં કિનારા ઉપરનાં ઝાડ ઉંધાંદેખાયછે તે આજ કારણે પ્રકાશનાં કિરણો ઝાડ ઉપર પડી ત્યાંથી પરાવર્તન પામી પાણી પર પડેછે અને ત્યાંથી પરાવર્તન પામી આપણી આંખમાં આવેછે આથી ઝાડનું કિરણ પોતાને મૂળ સ્થળેથી આપણી આંખમાં ન આવતાં પાણીની સપાટી ઉપરથી આવેછે. તેથી તેની સીધી લીટીમાં એટલે પાણીની અંદર ઝાડ દેખાયછે અને તેથી ઝાડની ટોચ જેટલી પાણીથી ઉંચી હોય તેટલી પાણીમાં નીચે ઉંધી દેખાયછે.

પ્ર૦ અસ્થિર અથવા હાલતા પાણીમાં પ્રતિબિંબ સ્પષ્ટ કેમ જણાતું નથી ?

ઉ૦ હાલતા પાણીની સપાટી અસમાન હોવાથી કિરણોનું અનિયમિત્ત પરાવર્તન થાયછે. એટલે કિરણો પથરાઇ જવાથી સપાટી માત્ર જોઇ શકાયછે.

પ્ર૦ કાચના લીસાં પૃષ્ટ ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો, અને ખરબચડાં પૃષ્ટ ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો આંખમાં આવેછે ત્યારે

શું તફાવત જણાયછે ?

ઉ૦ કાચના લીસા પૃષ્ટ ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો નિયમિત પરાવર્તન પામી સઘળાં આંખમાં આવેછે તેથી આંખે ઝાંઝવાં વળેછે; અને ખરબચડાં પૃષ્ટ ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો અનિયમિત પરાવર્તન પામવાથી બધાં આંખમાં ન આવવાથી આજુ બાજુ ફેલાઈ જતાં હોવાથી આંખે ઝાંઝવાં વળતાં નથી.

પ્ર૦ આરસીમાં મોં કેવી રીતે દેખાયછે ?

ઉ૦ સૂર્યનાં કિરણો મોં ઉપર પડેછે, અને ત્યાંથી પરાવર્તન પામી આરસી ઉપર પડેછે, ત્યાંથી પાછાં પરાવર્તન પામી આપણી આંખમાં આવેછે. તેથી મોંના અવયવોનાં કિરણ પૃષ્ટ ઉપરથી આવેછે. માટે તેની સીધી લીટીમાં મોં દેખાયછે. અને તેથી આરસીથી મોં જેટલું દૂર હોય તેટલું દૂર કાચની પાછળ દેખાયછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો સીધી લીટીમાં જાયછે તેથી કયા ચમત્કારો દેખાયછે ?

ઉ૦ દીવાની પાસે એક ઝીણા છિદ્રવાળું જાડું પૂઠું ધરવાથી દીવાની જ્યોતનાં સર્વ કિરણો છિદ્રમાં આવી છિદ્રની બીજી બાજુએ જ્યોતનો ઉંધો દેખાવ નજરે પડેછે. આજ પ્રમાણે આંખે આપણે તમામ પદાર્થો ઉંધા જોઇએ છીએ. પણ મહાવરાથી આપણે પદાર્થો છતા માની લઇએ છીએ.

---

૧૫ પ્રકાશનું વક્રીભવન.

પ્ર૦ પ્રકાશનું વક્રીભવન કોને કહેછે ?

ઉ૦ એક પારદર્શક પદાર્થમાંથી બીજા પારદર્શક પદાર્થમાં પ્રકાશ જતાં પ્રકાશનો થોડો ભાગ પરાવર્તન પામેછે, થોડો ભાગ

શોષાઇ જાયછે, અને બાકીનો ભાગ બીજા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં વાંકો વળેછે. આ વાંકા થવાની ક્રિયાને **વક્રીભવન** કહેછે. એટલે હવામાંથી પાણીમાં અથવા હવામાંથી કાચમાં પ્રકાશ ત્રાંસી રીતે જાયછે ત્યારે તે વાંકો વળેછે તેને **વક્રીભવન** કહેછે. વક્રીભવનનો અર્થ વાંકું વળવું થાયછે અથવા પ્રકાશથી વસ્તુઓ વાંકી અથવા વળેલી દેખાવાની ક્રિયાને **વક્રીભવન** કહેછે

પ્ર૦ વક્રીભવન કયારે થતું નથી ?

ઉ૦ સરખી ઘાડાઇના પારદર્શક પદાર્થમાં થઇને કિરણો જાય ત્યારે તેનું વક્રીભવન થતું નથી. તેમજ જુદી જુદી ઘાડાઇના પદાર્થો હોવા છતાં કિરણો લંબ લીટીમાં જાય ત્યારે પરાવર્તન પણ લંબ લીટીમાંજ થાય ત્યારે વક્રીભવન થતું નથી.

પ્ર૦ વક્રીભવન કયારે થાયછે ?

ઉ૦ જુદી જુદી ઘાડાઇના પદાર્થોમાં થઇને કિરણો લંબ લીટીથી થોડે છેટે મરડાય ત્યારે વક્રીભવન થાયછે. એટલે પ્રકાશનું કિરણ ઘટ પારદર્શક પદાર્થમાંથી પાતળા પારદર્શક પદાર્થમાં અથવા પાતળા પારદર્શક પદાર્થમાંથી ઘટ પારદર્શક પદાર્થમાં ત્રાંસી રીતે જાયછે ત્યારે વક્રીભવન થાયછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનું વક્રીભવન કયા નિયમે થાયછે ?

ઉ૦ પાતળા પારદર્શક પદાર્થમાંથી ઘાડા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં, એટલે વાયુમાંથી પાણીમાં જતાં પ્રકાશનાં કિરણો લંબ લીટી તરફ મરડાયછે. અને ઘાડા પારદર્શક પદાર્થમાંથી પાતળા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં એટલે પાણીમાંથી વાયુમાં જતાં વક્રીભવન પામેલું કિરણ લંબ લીટીથી થોડે છેટે મરડાયછે.

પ્ર૦ ખાલી રકેબીમાં પાવલી મૂકી જોતાં, અને પાણી રેડયા

પછી જોતાં પાવલી અને રકેબીનું તળીઉં ઉંચાં આવેલાં કેમ જણાય છે ?

ઉ૦ પાવલીમાંથી જે કિરણો પાણીમાં થઇ આવેછે, તે બહાર વાતાવરણમાં આવતાં, એટલે ઘાડા પદાર્થમાંથી પાતળા પદાર્થમાં જતાં લંબ લીટીથી થોડે છેટે મરડાઇ આંખમાં આવતાં હેવાથી, પાવલી અને તળીઉં પોતાને ખરે સ્થળે ન દેખાતાં ઉંચે આવેલું દેખાયછે.

પ્ર૦ સીધી લાકડી પાણીમાં ત્રાંસી મુકવાથી ટૂંકી અને ઉપરથી વાંકી વળેલી કેમ દેખાયછે ?

ઉ૦ લાકડીનો પાણીમાં ડુબેલો ભાગ વક્રીભવનને લીધે તેના વાસ્તવિક સ્થળથી ઉંચો દેખાવાથી ટૂંકો અને ઉપરથી વળેલો દેખાયછે. કારણકે ઘાડા પાણીમાંથી પાતળા વાયુમાં થઇ કિરણ આવતાં લંબ લીટોથી થોડે છેટે કિરણ મરડાવાથી પદાર્થ ટૂંકો દેખાયછે. તેજ પ્રમાણે પાણીમાં ડુબાડેલું વાસણ ચપટું દેખાયછે; અને નીતર્યા પાણીમાં તળીએ પડેલા પથરા અને બીજી વસ્તુઓ ખરી ઉંડાઇ કરતાં ઓછી ઉંડાઇએ દેખાયછે. તે પણ વક્રીભવનને લીધેજછે.

પ્ર૦ આકાશી પદાર્થો પોતાને ખરે સ્થળે ન દેખાતાં ઉંચા કેમ દેખાયછે ?

ઉ૦ વાતાવરણ નીચેથી જાડું અને ઉપરથી પાતળુંછે. તેથી આકાશી પદાર્થોમાંથી આવતો પ્રકાશ પાતળા વાતાવરણમાં થઇ વધારે વધારે ઘાડા વાતાવરણમાં આવેછે. અને તેવી કિરણો લંબ લીટી તરફ વધારે વધારે મરડાતાં જાયછે. તેથી આકાશી પદાર્થો ખરા સ્થાન કરતાં ઉંચા દેખાયછે.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉગતા પહેલાં અને સૂર્ય આથમ્યા પછી અજવાળું કેમ રહેછે ?

ઉ૦ જ્યારે સૂર્ય માથે હોયછે ત્યારે કિરણોનું વક્રીભવન થતું નથી. માથેથી જેમ જેમ તે ઉતરતો જાયછે, તેમ તેમ વક્રીભવન થતું જાયછે. અને જ્યારે તે ક્ષિતિજની નીચે જાયછે ત્યારે વધારે વક્રીભવન થાયછે. ક્ષિતિજની નીચે સૂર્ય સવારે અને સાંજે હોયછે. તેથી બંને વખતે ક્ષિતિજની નીચે સૂર્ય ગયા છતાં પણ વક્રીભવનને લીધે અજવાળું રહેછે. જો વાતાવરણ પુરેપુરૂં પારદર્શક હોત તો સૂર્યના આથમ્યા પછી એકદમ અંધારૂં થઇ જાત, પણ સવારે અને સાંજે હવાનાં પડોપર જે પ્રકાશ પડેછે તે પસરેછે અને તેથી સવારમાં તથા સાંજે અજવાળું રહેછે. દૃષ્ટિ મર્યાદાથી સૂર્ય ૬ અંશ નીચે જાય ત્યાં સુધી અજવાળું રહેછે.

---

૧૬ વિદ્યુત.

પ્ર૦ વિદ્યુત કોને કહેછે ?

ઉ૦ બે પદાર્થો ઘસાવાથી તેમાં જે વિશેષ શક્તિ આવેછે તેને **વિદ્યુત** અથવા **ઘર્ષણ વીજળી** કહેછે. અથવા જુદા જુદા પદાર્થોનો રસાયનિક સંયોગ થવાથી તેમાં જે વિશેષ શક્તિ ઉત્પન્ન થાયછે તેને **વિદ્યુત** કહેછે.

પ્ર૦ વિદ્યુતના પ્રકાર કેટલાછે; અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ બે. ૧. **ઘર્ષણ વીજળી** અને ૨. **રસાયનિક વીજળી.**

પ્ર૦ વિદ્યુત કયા પદાર્થોમાં રહેલીછે ?

ઉ૦ તમામ પદાર્થોમાં છે.

પ્ર૦ તમામ પદાર્થોમાં વિદ્યુત હોવા છતાં માલમ કેમ પડતી નથી ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થમાં બે જાતની વિદ્યુત (ઋણ અને ધન) મિશ્ર રૂપે રહેલી હોવાથી માલમ પડતી નથી. જ્યારે તેને ઘસારાથી કે રસાયનિકક્રિયાથી છૂટી પાડવામાં આવેછે ત્યારે તેની અસર માલમ પડેછે.

પ્ર૦ ઘર્ષણ વીજળી કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાયછે ?

ઉ૦ કોઇ પણ બે પદાર્થને ઘસીએ, તો તે બંને પદાર્થમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે. પરંતુ કેટલાક પદાર્થમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થઇ ત્યાંજ રહેછે, જ્યારે કેટલાએક પદાર્થમાં ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત આખા પદાર્થમાં પસરી જાયછે.

પ્ર૦ કયા કયા પદાર્થો ઘસવાથી ઘર્ષણ વીજળી ઝટ ઉત્પન્ન કરી શકાયછે ?

ઉ૦ ૧. કાચના સળીઆને સૂકા રેશમી કપડા સાથે ઘસવાથી; ૨. બિલાડીનાં રૂવાંટાં વાળા ચામડા ઉપર કાચનો સળીઓ ઘસવાથી, ૩. લાખની લાકડીને ઊનના કપડા સાથે ઘસવાથી, ૪. કાચનો હાથો જડેલા પિત્તળના ગજનો હાથાવાળો ભાગ ઝાલી પિત્તળ ઉપર રેશમી રૂમાલ ઘસવાથી વગેરે પદાર્થોના ઘર્ષણમાં જેના ઉપર ઘસવામાં આવેછે તે પદાર્થમાં, અને જે પદાર્થ ઘસવામાં આવેછે તે પદાર્થમાં એમ બંનેમાં વીજળી ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ કોઇ પણ પદાર્થમાં વિદ્યુત છે કે નહિ એ શા ઉપરથી જણાયછે ?

ઉ૦ જ્યારે પદાર્થની અંદર વિદ્યુત હોયછે; ત્યારે કાગળના કકડા, બરૂના ગરની ઘડીઓ, પીછાં, અને સોનાના વરખ જેવા

હલકા પદાર્થને પોતાની તરફ ખેંચેછે. અને થોડીવાર સુધી સંબંધમાં રહી પછી છૂટા પડી જાયછે (બરૂ એટલે કલમ કરવાને માટે વપરાયછે તે નહિ, પણ જુવાર બાજરી વગેરેના સાંઠાને બરૂ કહેછે)

પ્ર૦ કેવા પદાર્થોમાં વિદ્યુત રહેછે; અને કેવા પદાર્થોમાંથી વહી જાયછે?

ઉ૦ જે પદાર્થો વિદ્યુત વાહક છે તેમાં વિદ્યુત જલદી વહી જાયછે.

જે પદાર્થો વિદ્યુતના મંદવાહકછે તેમાં વિદ્યુત ઘણીજ થોડી વહી જાયછે. અને જે પદાર્થો અવાહક છે તેમાં વિદ્યુત બિલકુલ વહી જતી નથી.

પ્ર૦ વિદ્યુતના વાહક, મંદવાહક અને અવાહક પદાર્થો કયા કયા છે?

ઉ૦ વાહક પદાર્થો:—તમામ ધાતુઓ, પાણી, પ્રાણીઓનું શરીર, કોયલો, દાંવો વગેરે.

મંદવાહક પદાર્થો:—રૂ, લાકડું, પથ્થર, કાગળ, વરાળ, વગેરે.

અવાહક પદાર્થો:—કાચ, લાખ, રબર, રેશમ, રૂવાં, બિલાડીનું ચામડું, ઊન, માટીનાં વાસણ, રાળ, સૂકી હવા અને વાયુઓ વગેરે.

પ્ર૦ કાચના, પિત્તળના અને લાખના સળીઆમાં વિદ્યુત કઇ જગાએ ઉત્પન્ન થાયછે.

ઉ૦ કાચ અને લાખ અવાહક હોવાથી જ્યાં આગળ ઘસારો થાયછે ત્યાંજ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે. પણ પિત્તળ વાહક હોવાથી આખા સળીઆમાં વિદ્યુત પ્રસરી જાયછે.

પ્ર૦ વિદ્યુત કેટલા પ્રકારની છે ?

ઉ૦ વિદ્યુત બે પ્રકારની છે. કોઇપણ બે મંદવાહક પદાર્થો લઇ એક બીજાની જોડે ઘસી તેમાંના એકને બરૂના ગરની દડી અડકાડી, પછી બંને પદાર્થોને તેની પાસે લાવીશું, ત્યારે જે પદાર્થને તે દડી અડકાડીછે, તેનાથી તે દૂર જશે, જ્યારે બીજા પદાર્થની તરફ તે ખેંચાશે. જોકે વિદ્યુત બંને પદાર્થોમાં છે તો પણ તે જુદી જુદી હોવાથી જુદું જુદું કાર્ય કરેછે.

પ્ર૦ ધાતુના સળીઆને કાચની દાંડી જડવાનું શું કારણ ?

ઉ૦ ધાતુ શિઘ્રવાહક હોઇ તેમાં થઇ ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત ધાતુનો સળીઓ જો હાથે ઝાલીએ તો શરીર શિઘ્રવાહક હોવાથી શરીરમાં પસરી જવાથી જણાતી નથી. માટે કાચ મંદવાહક હોવાથી ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત અટકાવી સળીઆ પર રાખવા કાચની દાંડી જડવામાં આવેછે.

પ્ર૦ કાચના સળીઆમાં અને લાખના સળીઆમાં ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત એકજ જાતની છે કે કેમ ?

ઉ૦ ના૦ બંનેમાં જુદી જુદી જાતની વિદ્યુત છે. એક આકર્ષે છે અને બીજી જુદી પાડેછે. એ ઉપરથી તેના બે પ્રકાર છે. ઘન અને રૂણ અથવા **પોઝેટિવ** અને **નેગેટિવ** અથવા વત્તા અને ઓછા.

પ્ર૦ ઘસારાથી કયા પદાર્થોમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે?

ઉ૦ બંને પદાર્થમાં. પણ બંનેમાં જુદી જુદી જાતની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે એકમાં ઘન વિદ્યુત આવે તો સામામાં રૂણ આવેછે.

પ્ર૦ પિત્તળના સળીઆમાં અને કાચના સળીઆમાં વિદ્યુત કઇ જગાએ ઉત્પન્ન થાયછે ?

ઉ૦ પિત્તળના આખા સળીઆ ઉપર. પણ કાચના સળીઆ-ઓને જે જગાએ ઘસારો થાયછે ત્યાંજ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ રસાયનિક વિદ્યુત શી રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાય ?

ઉ૦ સલ્ફ્યુરિક એસિડ અથવા જેને ગંધકનો તેજાબ કહેછે તેમાં થોડું પાણી નાખી તે મિશ્રણને કાચ કે ચીનાઇ માટીના વાસણમાં રેડી તેમાં એક તાંબાનું અને એક જસતનું પતરૂં તાંબાના તારે લટકાવી ડૂબતું રાખશો તો તેમાં રસાયનિક ક્રિયા શરૂ થઇ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થશે અને તેથી બહારના તાર આગળ તણખા નીકળતા દેખાશે. એ તારને જોડી દેતાં આખો લાંબો તાર વિદ્યુત વાળો થશે. આ તારનો સંદેશા મોકલવામાં, દીવાબત્તી કરવામાં, પંખા ચલાવવામાં વગેરેમાં ઉપયોગ થાયછે.

પ્ર૦ વિદ્યુતનો વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ થાયછે ?

ઉ૦ તાર મારફત સંદેશા પહોંચાડવા; ગાડીઓ, આગગાડીઓ, આગબોટો, મોટરો, ટ્રામો, વગેરે ચલાવવામાં, મીલો, કારખાનાં, પંખા વગેરે ચલાવવામાં અને દીવાબત્તી કરવામાં અને કેટલાંક શરીરનાં દરદો મટાડવામાં ઉપયોગ થાયછે.

પ્ર૦ વિદ્યુત કઇ કઇ રીતે મેળવી શકાય ?

ઉ૦ ૧. ઘર્ષણથી એટલે એક પદાર્થ સાથે બીજો પદાર્થ ઘસવાથી; ૨ સંસર્ગ અથવા સ્પર્શથી એટલે વિદ્યુત ગુણવાળો પદાર્થ બીજાને અડકે તેથી; અને ૩. પ્રોત્સાહનથી એટલે વિદ્યુત ગુણવાળા અને વિદ્યુત ગુણ વિનાના બે પદાર્થ એક બીજાને અડકે નહિ પણ વિદ્યુત બીજા પદાર્થમાં આવે તેવી રીતે. એમ ત્રણ રીતે વિદ્યુત મેળવી શકાયછે.

૧૭ વીજળી.

પ્ર૦ આકાશમાં થતી વીજળી, અને ઘર્ષણથી ઉત્પન્ન થતી વિદ્યુતમાં શો તફાવત છે?

ઉ૦ બંને એકજ જાતની છે.

પ્ર૦ આકાશમાં થતી વીજળી, અને ઘર્ષણ વીજળી એકજ જાતની છે, એ શોધ કોણે અને શી રીતે કરી?

ઉ૦ અમેરિકાના ફ્રેંકલિન નામના મહાન વિદ્વાને શોધી કાઢયું કે—પતંગ ઉંચે ચઢાવવાથી તે વાદળાં સાથે અથડાય છે; માટે પતંગ મારફત શોધ કરવાનો વિચાર કરી, પતંગ વચ્ચેની ઉભી સળીને છેડે અણીવાળા તારનો કકડો બાંધી દોરીવડે પતંગ ઉડાડી અને દોરીને બીજે છેડે કુંચી બાંધી કુંચીએ રેશમી દોરો બાંધી તે દોરો ઝાડ સાથે વીંટી દીધો. એટલે વરસાદને લીધે દોરો ભીનો થતાં કુંચી આગળ હાથ ધરતાં જબરો આચકો લાગ્યો; અને આંગળી અને કુંચી વચ્ચે તણખો જણાયો. આથી આકાશમાં થતી વીજળી તે ઘર્ષણ વીજળી છે એમ તેને સમજાયું.

પ્ર૦ વાતાવરણમાં વિદ્યુત કયારે હોયછે?

ઉ૦ દરેક ઋતુમાં, ગમે તેટલી ઉંચાઇએ, ગમે તે વખતે, ને જ્યાં જોઇએ ત્યાં ઓછી કે વધારે ખુલ્લા આકાશમાં સર્વ જગાએ હોયછે.

પ્ર૦ વિદ્યુતનો તણખો કે ચમકારો કયારે થાયછે?

ઉ૦ કોઇ બે પદાર્થોમાં જુદા જુદા ગુણવાળી બે વિદ્યુતો હોય, અને તે વસ્તુઓ હવાને લીધે કે બીજા કોઇ કારણથી ભેગી થાય; ત્યારે તેમાંની વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતનો સંયોગ થવાથી તણખો કે ઝબકારો થાયછે.

પ્ર૦ પૃથ્વીપર વિદ્યુત શા કારણથી પડેછે ?

ઉ૦ પૃથ્વીપરના પદાર્થોમાંની વિદ્યુતનો વાદળાંમાંની વીજળી સાથે સમાગમ થાયછે; ત્યારે તે બંને વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતોને લીધે તણખો થાયછે તેને વીજળી પડી એમ કહેવામાં આવેછે.

પ્ર૦ ચોમાસામાં વીજળી વધારે કેમ જોવામાં આવેછે ?

ઉ૦ બીજી ઋતુઓમાં હવા સૂકી હોયછે. અને સૂકી હવા મંદવાહક હોવાથી વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વાદળાંની વિદ્યુત સાથે મળવાનો પ્રસંગ ઘણોજ થોડો હોયછે. તેથી બીજી ઋતુઓમાં વીજળી જોવામાં આવતી નથી. પણ ચોમાસામાં વરસાદનાં વાદળાં બંધાયલાં હોવાથી હવા ભેજવાળી હોયછે. એટલે વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતનો સંયોગ થવાનો પ્રસંગ ઘણો આવેછે તેથી ચોમાસામાં વારંવાર વીજળી જોવામાં આવેછે.

પ્ર૦ ચોમાસામાં આકાશમાં થતી વીજળીનો દેખાવ કેવો હોયછે ?

ઉ૦ કોઇ વખત ઝબકારો ઘણો લાંબો, કોઇ વખત સાપના આકારનો અને કોઇ વખત ઝાડનાં ભોડાં ડાળાં જેવો હોયછે.

પ્ર૦ આકાશી વીજળી કયા પદાર્થો ઉપર વધારે પડેછે ?

ઉ૦ મોટી ઇમારતો, ઝાડો, દેવાલયો વગેરે ઉંચી વસ્તુઓ જે વાદળાંની નજીક હોય તેના ઉપર પડેછે. અને તેમાં પણ વિશેષે કરીને જે વસ્તુઓ વિદ્યુત વાહક અને અણીદાર હોયછે તેના પર પડવાનો વધારે સંભવ છે.

પ્ર૦ વીજળી પડવાથી શું નુકસાન થાયછે ?

ઉ૦ ઇમારતો, પ્રાણીઓ, વનસ્પતિ અને તેના સંબંધમાં આવનારી તમામ વસ્તુનો નાશ થાયછે.

પ્ર૦ વીજળીથી ઇમારતોનો બચાવ કેવી રીતે કરવો ?

ઉ૦ ઈમારતમાં જડેલો ધાતુનો સામાન વીજળીને પોતાની તરફ જલદી ખેંચી લેછે. અને તેથી નુકસાન થાયછે માટે તેનાથી બચાવના માટે તાંબાની પહોળી પટી લઇ તેનો એક છેડો જમીનમાં ઉતારવો, ને બીજે છેડે લોખંડનો અણીદાર સળીઓ સાંધી લઇ તે છેડો મકાનથી શુમારે છથી દશ ફૂટ ઉંચો રાખવો. ને તાંબાની પટીને દિવાલની બહારની બાજુએ જડી લેવી. આ પ્રમાણે કીધાથી વીજળી ઘર પર ન પડતાં સળીઆમાં થઇ પાધરી જમીનમાં ઉતરી જાયછે. જેથી ઇમારતનો વીજળીથી બચાવ થાયછે.

પ્ર૦ આકાશમાં ગર્જના થાયછે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતો અરસપરસ ઘણા જોરથી મળેછે, ત્યારે અવાજ ઉત્પન્ન થાયછે, તેને **ગર્જના** કહેછે. અને તે વખતે તેમાંથી પ્રકાશ-ચમકારો-ઝબકારો થાયછે.

પ્ર૦ વીજળીનો ચમકારો પહેલો દેખાયછે; અને ગર્જના પાછળથી સંભળાયછે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ ચમકારા-પ્રકાશના વેગ કરતાં, ગર્જના-અવાજનો વેગ ધીમો છે માટે. પ્રકાશનો વેગ એક સેકંડમાં ૧૮૬૦૦૦ માઇલ છે, અને અવાજનો વેગ એક સેકન્ડે ૧૧૪૦ ફૂટ છે.

પ્ર૦ વીજળી કેટલે વેગળેથી જોઇ શકાયછે; અને અવાજ કેટલે વેગળેથી સાંભળી શકાયછે ?

ઉ૦ વીજળી લગભગ ૧૫૦ માઇલ દૂરથી જોઇ શકાયછે; અને અવાજ ૨૭ મૈલ દૂરથી સાંભળી શકાયછે.

૧૮ લોહચુંબક અને હોકાયંત્ર.

પ્ર૦ લોહચુંબક કોને કહેછે?

ઉ૦ લોખંડને જે આકર્ષેછે એટલે ખેંચેછે તેને લોહચુંબક કહેછે.

પ્ર૦ લોહચુંબક એ શું છે? અને તેમાં કયો ગુણ છે?

ઉ૦ તે ખનીજ પદાર્થ છે. અને તેમાં લોઢાને ખેંચવાનો ખાસ ગુણ છે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનાં બીજાં કયાં કયાં નામ છે?

ઉ૦ લોહકાંત અને ચમકપાણ.

પ્ર૦ લોઢા સિવાય બીજી કઇ વસ્તુને લોહચુંબક ખેંચેછે?

ઉ૦ નીકલ અને કોબાલ્ટ નામની ધાતુઓને. એ સિવાય બીજી કોઇ ધાતુને તે ખેંચતું નથી.

પ્ર૦ બનાવટી લોહચુંબક શી રીતે બનાવી શકાય?

ઉ૦ ગજવેલના લોઢાના કકડા ઉપર ખનીજ અથવા કુદરતી લોહચુંબક થોડીવાર ઘસવાથી ગજવેલનો કકડો પણ લોહચુંબક બનેછે. તે બનાવટી લોહચુંબક કહેવાયછે.

પ્ર૦ લોહચુંબકને લોઢાના જુદા જુદા કકડા એક નીચે એક વળગાડવાથી શું થાયછે?

ઉ૦ લોહચુંબકને લીધે દરેક લોઢાના કકડામાં લોહચુંબકનો ગુણ આવી લોહચુંબક સાથે એક નીચે એક એમ તમામ કકડા વળગી રહેછે. પણ જ્યારે લોહચુંબક સાથેનો પહેલો કકડો છૂટો કરીએ, ત્યારે તમામ કકડા એની મેળે છુટા થાયછે, એટલે જ્યાં સુધી તેઓ લોહચુંબકના સંબંધમાં રહેછે, ત્યાં સુધીજ તેમાં લોહચુંબકનો ગુણ રહેછે.

પ્ર૦ કુદરતી અથવા બનાવટી લોહચુંબકમાં લોઢાને ખેંચવાનો ગુણ કયા ભાગમાં રહેલોછે ?

ઉ૦ લોહચુંબકની આજુબાજુના બે અણીવાળા છેડા ઉપરજ લોઢાને ખેંચવાનો ગુણ રહેલોછે. પણ વચલા ભાગમાં એ ગુણ બીલકુલ નથી.

પ્ર૦ લોહચુંબક વાળી સોયના છેડા, સોયને અધર રાખવાથી કઇ દિશા તરફ રહેછે; અને તેમનાં નામ શાં પાડયાંછે ?

ઉ૦ ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશા તરફ. ઉત્તરના છેડાને ઉત્તર તરફ રહેનાર ધ્રુવ, અને દક્ષિણના છેડાને દક્ષિણ તરફ રહેનાર ધ્રુવ કહેછે. અથવા ઉતર પ્રન્ત અને દક્ષિણ પ્રાન્ત પણ કહેછે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનો શો ઉપયોગ થાયછે ?

ઉ૦ કોઇપણ ધાતુ લોખંડની છે કે નહિ તે પારખી શકાયછે. જો તે લોહચુંબકને ચેંટી જાય તો જાણવું કે તે લોખંડની છે. તથા હોકાયંત્ર બનાવવાના કામમાં આવેછે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનો ગુણ કયા લોઢામાં સારો આવી શકેછે ?

ઉ૦ નરમ લોખંડમાં લોહચુંબક ઘસવાથી જેટલી ઝડપથી લોહચુંબકનો ગુણ આવેછે, તેટલી ઝડપથી ગજવેલમાં એ ગુણ આવતો નથી. પણ નરમ લોખંડમાં જેટલી મુદત સુધી ચુંબક ગુણ ટકી રહે, તેના કરતાં ગજવેલમાં વધારે મુદત ચુંબક ગુણ આવેલો ટકી રહેછે. માટેજ ગજવેલનું બનાવટી લોહચુંબક સારૂં થાયછે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનો ખાસ ગુણ ઉત્તર દક્ષિણ દિશા તરફ વળી રહેવાનોછે, તેનો માણસે વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ કર્યોછે ?

ઉ૦ હોકાયંત્ર બનાવવામાં ઉપયોગ કર્યોછે.

પ્ર૦ હોકાયંત્ર કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે યંત્રથી ભર દરિએ વહાણ કે આગબોટની દિશા દિવસે કે રાત્રીએ જાણી શકાયછે. તેને હોકાયંત્ર કહેછે.

પ્ર૦ હોકાયંત્ર બનાવવામાં કયાં કયાં સાધનો જોઇએ ?

ઉ૦ લોહચુંબકનો ગુણ આપેલી લોઢાની સોય, દિશાઓ પાડેલો એક જાડો કાગળ, અને તે બંનેને રાખવાની કાચના ઘર વાળી એક દાબડી.

પ્ર૦ હોકાયંત્ર શી રીતે બનાવેછે ?

ઉ૦ કાગળની હેઠલી બાજુએ કાગળ સાથે સોય મજબુત જડી લઇ તેને દાબડીમાં ગોઠવી જડી લેછે કે જેથી સોય ફરેછે તેની સાથે કાગળ પણ ફરેછે. સોય અંદરના ભાગમાં રહે તેમ ગોઠવેછે. એટલે કે સોય અને કાગળ બંને ફરેછે. આ દાબડીને હોકાયંત્ર કહેછે. આ યંત્રમાં સોયના છેડા હમેશાં ઉત્તર દક્ષિણ દિશા તરફ રહેછે. દાબડીને ગમે તેમ ફેરવીએ પણ સોયના છેડા ઉત્તર દક્ષિણ દિશાએ આવી જાયછે. આ યંત્ર દરિયામાં દિશા જાણવા ખપ લાગેછે. તેથી તેને દરિયાનું હોકાયંત્ર કહેછે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રનો શો ઉપયોગ છે ?

ઉ૦ ભર દરિએ વહાણવટીઓને દિશા જાણવાનું તે ખાસ સાધન છે. તેની મદદથીજ તે ધારેલે સ્થળે જઇ શકેછે.

પ્ર૦ જમીન ઉપર વાપરવાનું હોકાયંત્ર શી રીતે બનાવેછે ?

ઉ૦ દરિયાના હોકાયંત્રમાં સોય કાગળના પૂઠા નીચે હોયછે, અને જમીનના હોકાયંત્રમાં સોય કાગળના પૂઠા ઉપર હોયછે. વળી દરિયાના હોકાયંત્રમાં કાગળ સાથે સોય જડી લેછે, પણ જમીનના હોકાયંત્રમાં તેને કાગળ સાથે જડી લેતા નથી. અને તેને નાની દાબડીમાં રાખે એવડું બનાવેછે કે જે ગજવામાં કે ઘડીઆળને અછોડે રાખી શકાયછે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રની શોધ ક્યારે થઇ. અને તે ક્યા લોકોએ કરી ?

ઉ૦ આજથી લગભગ આડસેં વર્ષ પહેલાં તેની શોધ થઇછે. અને તે ચીના લોકોએ શોધી કહાડયુંછે.

પ્ર૦ ખનીજ લોહચુંબકની ઉત્પત્તિ કયા દેશોમાં થયછે ?

ઉ૦ હિંદુસ્તાનમાં મદ્રાસ આગળ સાલેમ પરગણામાં, તથા મ્હૈસૂર પરગણામાં. એ સિવાય એશિઆમૈનર, ચીન, સ્વીડન વગેરે દેશોમાંથી મળેછે.

---

૧૮ હવાની ઘટના.

પ્ર૦ હવા એ શુંછે ?

ઉ૦ તે અતિશય પારદર્શક, અને અદશ્ય એટલે નહિ દેખાય તેવો પદાર્થ છે.

પ્ર૦ હવાની ઘટના એટલે શું ?

ઉ૦ હવાનું બંધારણ અથવા હવામાં કયા કયા પદાર્થ રહેલાછે તે.

પ્ર૦ હવામાં મુખ્ય વાયુઓ કયા કયા છે ?

ઉ૦ ૧. ઓક્સિજન અથવા પ્રાણવાયુ, અને ૨. નૈટ્રોજન.

પ્ર૦ હવામાં ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન વાયુઓ શા પ્રમાણમાં રહેલાછે ?

ઉ૦ એકંદર વાયુના પાંચમા ભાગ જેટલો ઓક્સિજન છે; અને એકંદર વાયુના $\frac{4}{5}$ ભાગ જેટલો નૈટ્રોજન છે; એટલે ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન વાયુઓ ૧=૪ ના પ્રમાણમાં હવામાં સાદા મિશ્રણથી ભેગા રહેલાછે.

પ્ર૦ હવામાંથી ઓક્સિજન અને નેટ્રોજન વાયુઓ શી રીતે જુદા કરી શકાય; અને તેમનું પ્રમાણ શેાધી શકાય ?

ઉ૦ એક થાળીમાં પાણી ભરી તેના ઉપર નાની રકેબીમાં વ. ટાણાના દાણા જેવડો ફેાસફરસનેા કકડો (શાહીચૂસ કાગળ દબાવી ઘણી સંભાળથી ઉતાવળે કેારેા કરેલેા) મૂકી પાણી ઉપર રકેબી તરતી રહે એમ રહેવા દઇ, તેના ઉપર બંને તરફથી ખુલ્લા મેાઢાનેા કાચનેા સીસેા ઉંધેા મૂકેા; પછી રકેબીના ફેાસફરસને સળગાવી સીસાનું ઉપલું મેાઢું દાટાથી મજબૂત બંધ કરેા. જ્યાં સુધી સીસામાંની હવામાં ઓક્સિજન હશે, ત્યાં સુધી ફેાસફરસ બળશે. ઓક્સિજન ખપી જશે કે તરતજ બળતેા ફેાસફરસ હેાલવાઇ જશે. હવે સીસેા ધેાળા ધુમાડાથી ભરેલેા દેખાશે. તે ધુમાડેા પાણીમાં ઓગળતેા જશે, અને સીસામાંની ગરમીથી ફૂલેલી હવા ઠંડકથી સંકેાચાશે, તેમ તેમ ખાલી જગામાં પાણી ઉંચું ચઢતું જશે. ધુમાડેા તદ્દન પાણીમાં ઓગળી જશે, એટલે સીસામાં પાણી ઉંચે ચઢતું પણ બંધ પડશે. પછી તેને માપશેા તેા જણાશે કે થાળીની સપાટીના પાણીથી સીસાની ઉંચાઇના પાંચમા ભાગ જેટલું પાણી ઉંચે ચડયુંછે, અને બાકીના $\frac{4}{5}$ ભાગ જેટલેા સીસેા હવાથી ભરેલેા રહ્યેા છે. આ પ્રયેાગથી સિદ્ધ થાયછે કે ફેાસફરસને બાળવામાં જે વાયુ ખપ્યેા તે ઓક્સિજન છે. અને તેનું માપ મૂળના એકંદર વાયુના $\frac{1}{5}$ જેટલુંછે. અને હવાથી જેટલેા સીસેા ભરેલેા દેખાયછે તે નેટ્રોજનછે; અને તેનું માપ મૂળના એકંદર વાયુના $\frac{4}{5}$ જેટલું છે. જ્યાં સુધી હવામાં ઓક્સિજન હેાયછે ત્યાં સુધી બળતુ રહેછે. ઓક્સિજન હતેા ત્યાં સુધી બળતું ચાલુ રહ્યું. અથવા તે વખતે તેમાં સળગતું ઓયું ઘાલશેા તેા તે સળગતું રહેશે. પણ ફેાસફરસ હેાલવાઇ ગયા પછી

તેમાં ઉપરનો બૂચ ઉઘાડી સળગતું બોયું ઘાલશો તો તે સળગતું રહી શકશે નહિ તે ઉપરથી ખાત્રી થાયછે કે તે બીજો કોઇ વાયુ છે અને તેનું નામ નૈટ્રોજન છે.

પ્ર૦ ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન વાયુના ગુણમાં શો તફાવતછે?

ઉ૦ ઓક્સિજન બળવાની ક્રિયાને મદદ કરેછે, અને પ્રાણીઓને દમ લેવાને તે ઉપયોગીછે. નૈટ્રોજનમાં બળતું હોલાઇ જાયછે, જીવતાં પ્રાણીઓને ઉપયોગી નથી. તે વાયુમાં જીવતાં પ્રાણી મૂકવાથી મરી જાયછે, અને બળવાની ક્રિયાને મદદ પણ કરતો નથી, માત્ર પ્રાણીઓનાં અંગોનું પોષણ કરેછે. એમાં સ્વાદ નથી, વાસ નથી, અને એનાથી ચૂનાનું પાણી ધોળું પણ થતું નથી.

પ્ર૦ હવામાં ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન કેવી રીતે એકઠા રહેલાછે?

ઉ૦ સાદા મિશ્રણથી.

પ્ર૦ હવામાં ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન સિવાય બીજા કયા પદાર્થો રહેલાછે?

ઉ૦ પાણીની વરાળ, કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ, એમોનિઆ, નૈટ્રિક એસિડ, સેંદ્રિય જંતુઓ, તથા ધૂળની અને બીજા પદાર્થોની ઝીણી રજકણો અને બીજો કચરો વગેરે.

પ્ર૦ મુખ્ય વાયુઓ સિવાય હવામાં બીજા પદાર્થોનું પ્રમાણ કેટલું છે?

ઉ૦ પાણીની વરાળ સંકડે ૧ થી ૪ ટકા જેટલી, કાર્બોનિક એસિડગ્યાસ સેંકડે $\frac{૪}{૧૦૦}$ જેટલો, એમોનિઆ, નૈટ્રિક એસિડ, સેંદ્રિય જંતુઓ, અને ધૂળની અને બીજા પદાર્થોની રજકણો જૂજ પ્રમાણમં છે.

પ્ર૦ ધાતુઓ શાથી કટાયછે?

ઉ૦ હવામાંનો ઓક્સિજન ધાતુઓ સાથે સંયોગાઇ હવામાંની સાધારણ ઉષ્ણતાથી રસાયનિક વ્યાપાર થઇ તેનો કાટ થાયછે.

પ્ર૦ ફોસફરસ એ શું છે?

ઉ૦ હાડકાંમાંથી નીકળતો, હવામાં ખુલ્લો રાખવાથી કિંચિત્ ઘર્ષણથી સળગી ઉઠે એવો તે પદાર્થ છે. દીવાસળી ઉપર ફોસફરસ લગાવવામાં આવેછે તેથીજ તે સળગેછે.

કેટલીક વખત રાતે મસાણમાં ભડકા દેખાયછે, તેને વહેમી લોકો ભૂત ધારેછે પણ તે ખોટું છે. કારણકે હાડકામાંનો ફોસફરસ હવામાંના ઓકિસજન સાથે ભળવાથી સળગી ઉઠી ભડકો થાયછે.

---

૧૯ હવામાંના વાયુના ગુણ.

પ્ર૦ હવામાં મુખ્ય કયા કયા વાયુઓ છે?

ઉ૦ ઓકિસજન, નેટ્રોજન, પાણીની વરાળ, અને કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ.

પ્ર૦ ઓકિસજન તૈયાર કરવાની રીત કહો?

ઉ૦ થોડો પોટાશિઅમ ક્લોરેટ, અને તેના જેટલો મેંગેનીસ ડાયોકસૈડ લઇ તેને તાંબાના વાસણમાં મૂકી ખૂબ તપાવવો. વાયુ નીકળવા માંડે એટલે તેને નળીદ્વારા સીસામાં એકઠો કરવા માટે તેના ઉપર નળીનું મોઢું લાવી નળીનો બીજો છેડો પાણી ભરેલા વાસણમાં લાવી તે છેડા ઉપર પાણી ભરેલો સીસો પાણીમાં મોં ડુબતું રહે, એમ ધરી રાખવો. એટલે નળીમાં થઇ વાયુ સીસામાં આવતો જશે, તેમ તેમ સીસામાંનું પાણી ઉતરતું જશે; અને તેની જગાએ વાયુ ભરાતો જશે. આ વાયુ તે ઓકિસજન છે. તમામ સીસો ઓકિસજનથી ભરાઇ જાય, એટલે તેને પાણીમાંથી ઉપાડી લઇ ઉંધોને ઉંધો મજબૂત બૂચ મારી કાઢી લેવો. કારણકે સીસો બૂચ માર્યા પહેલાં છતો કરશો, તો સાધારણ હવા કરતાં ઓકિસજન

હલકો હોવાથી તે બહાર નીકળી જશે, અને તેની જગા સાધારણ હવા લઇ લેશે.

પ્ર૦ ઓક્સિજનના ગુણ કહો ?

ઉ૦ આ વાયુ રંગ વગરનો, સ્વાદ વગરનો, અને વાસ વગરનોછે. એ જાતે બળતો નથી, પણ બીજી વસ્તુઓ હવામાં બળેછે, તેના કરતાં ઓક્સિજનમાં વધારે ઝડપથી અને વધારે ચળકાટથી બળેછે. ઓક્સિજનમાં ધગધગતો અંગારો, કે બુઝાયલું ખોયું ઘાલીશું તો તેનો ભડકો થઇ ઘણી ઝડપથી અને ઝગઝગ બળશે. વળી બળવાની ક્રિયા ચાલુ રાખવાને ઓક્સિજનની જરૂર છે. કારણકે ઓક્સિજન વગર કોઇ પણ પદાર્થ બળી શકતો નથી. વળી ઓક્સિજન ઘણો ચંચળ પદાર્થ હોઇ બીજાં બધાં તત્વો જોડે સહેલાઇથી ભળી જાયછે.

પ્ર૦ સૃષ્ટિ ઉપર છૂટો ઓક્સિજન કેટલોછે; અને તે શામાં છે ?

ઉ૦ એકંદર ઓક્સિજનનો વીસ લાખમો ભાગ સૃષ્ટિ ઉપર છુટોછે. અને તે છુટો ઓક્સિજન વાતાવરણમાં, અને પાણીમાં ઓગળેલોછે. એ સિવાયનો ઓક્સિજન બીજાં બધાં તત્વો સાથે સૃષ્ટિ ઉપર ભળેલોછે.

પ્ર૦ સૃષ્ટિ ઉપર આટલો થોડો ઓક્સિજન છુટો છે એ સારૂં છે કે કેમ ? અને તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ સારૂંછે. કારણકે જો વધારે ઓક્સિજન છુટો હોત તો પ્રાણી અને વનસ્પતિ જીવી શકત નહિ. તેમજ તે અતિશય ગરમ હોવાને લીધે ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થો વાયુરૂપ સ્થિતિમાં આવી જાત.

પ્ર૦ તત્વો સાથે ઓક્સિજન મળવાથી શું થાયછે ?

ઉ૦ ઓક્સાઇડ એટલે ધાતુ તત્વોના કાટ બનેછે. અને અ ધાતુ તત્વો સાથે મળી માત્ર ઓક્સાઇડ બનેછે. જેમકે:—લોહ

ઓક્સાઇડ, મર્ક્યુરી ઓક્સાઇડ, મેંગેનીસ ડાય ઓક્સાઇડ, કાર્બોનિક ઓક્સાઇડ વગેરે.

પ્ર૦ નૈટ્રોજન મેળવવાની રીત કહો ?

ઉ૦ ખાલી બરણીમાં ફોસફરસનો કકડો બાળી તેનું મોઢું મજબુત બુચ મારી બંધ કરવાથી હવામાંનો ઓક્સિજન બળી જશે, અને બરણીમાં માત્ર નૈટ્રોજન એકલો રહેશે. ઓક્સિજનની પેઠે આ વાયુ પણ હલકો હોવાથી ઉંધી અથવા બંધ મોંની બરણીમાંજ રહી શકેછે. છતી બરણી કરી બૂચ ઉઘાડતાં તે નીકળી જાયછે.

પ્ર૦ નૈટ્રોજનના ગુણ કહો ?

ઉ૦ ઓક્સિજનના પેઠે આ વાયુને પણ રંગ, સ્વાદ અને વાસ નથી. વળી બીજાં તત્વો જોડે એનો ઉતાવળે સંયોગ થતો નથી. એ જાતે બળતો નથી, તેમજ બળવાની ક્રિયાને મદદ કરતો નથી. એ જાતે ઝેર નથી પણ પુષ્કળ ઝેરી પદાર્થોમાં તે જોવામાં આવેછે. તે પ્રાણી તથા વનસ્પતિના જીવન માટે ઉપયોગીછે. કેમકે હવામાં ઓક્સિજન સાથે સંયોગાઇ ઓક્સિજન મંદ કરી લેવા લાયક હવા બનાવેછે. એકલો ઓક્સિજન શ્વાસોચ્છવાસની ક્રિયાને માટે લાયક નથી. આ વાયુમાં બળતું હોલવાઇ જાયછે. અને તેમાં જીવતાં પ્રાણી મુકવાથી તે મરી જાયછે કારણ કે તેમાં ઓક્સિજન નથી. આ વાયુથી ચુનાનું પાણી ધોળું થતું નથી. આ વાયુ અતિશય શાંત હોવાથી બીજા પદાર્થો સાથે ઝટ મળી જતો નથી.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ વાયુ શેનો બનેલોછે ?

ઉ૦ કાર્બન અને ઓક્સિજનનો તે બનેલોછે.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ વાયુ મેળવવાની રીત કહો ?

ઉ૦ એક કાચના વાસણમાં થેાડો ચાકનો ભૂકો નાંખી તેના ઉપર મીઠાનો તેજાબ રેડવાથી તેમાંથી કાર્બોનિક એસિડ વાયુ નીકળેછે. બીજા વાયુઓ કરતાં આ વાયુ ભારે હોવાથી તે કાચનાં વાસણમાંજ ભરાઇ રહેશે, અને બીજો ખાલી ભાગમાં રહેલો વાયુ બહાર નીકળી જશે. એટલે વાસણને બુચ મારવાની જરૂર રહેતી નથી.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ વાયુના ગુણ કહો ?

ઉ૦ તેને વાસ કે રંગ નથી, પરંતુ તે સ્વાદમાં ખારો છે. સળગતી વસ્તુઓ તેમાં બેાળવાથી હોલવાઇ જાયછે. તે જાતે બળતો નથી. અને સાધારણ હવા કરતાં તે ભારેછે. પ્રાણીઓને તે નુકસાન કારકછે; પણ વનસ્પતિને તે જરૂરનો છે. પ્રાણીઓ શ્વાસેાચ્છવાસની ક્રિયામાં કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ બહાર કાઢેછે, તેમાંથી વનસ્પતિ કાર્બન ચૂસી લઈ ઓક્સિજન છોડી દેછે; તે ઓક્સિજન પ્રાણીઓ લેછે. એટલે બંનેની શ્વાસોચ્છવાસની ક્રિયા અરસ્પરસ ઉપયોગીછે. સાધારણ હવા કરતાં તે ભારે હોવાથી એક વાસણમાંથી બીજા વાસણમાં રેડી શકાયછે. તેને સળગતી મીણબત્તી ઉપર રેડીશું તો તે હોલવાઇ જશે. ચુનાના નીતર્યા પાણીમાં આ વાયુ રેડવાથી પાણી દૂધ જેવું ધોળું થાયછે. એ વાયુ પાણીમાં ઓગળેછે. અને તેથીજ તેને ઓગાળી સોડાવોટર, લેમોનેડ વગેરે બનાવવામાં આવેછે. બધા વાયુમાં તે ભારે હોવાથી પૃથ્વીની સપાટીએ રહેછે. આ વાયુમાં જીવતાં પ્રાણી મુકવાથી તરત મરી જાયછે કારણકે તે ઝેરીછે.

પ્ર૦ તમને ઓક્સિજન, નૈટ્રોજન, કાર્બોનિક એસિડગ્યાસ, કોલ-ગ્યાસ, ક્લોરૈન, એમોનિયા, હૈડ્રોજન અને પાણીની વરાળ એ પ્રમાણે જુદા જુદા વાયુથી ભરેલા નળાઓ (સીસા) આપવામાં આવે તો

તેને તમે શી રીતે પારખી કહાડશો.

ઉ૦ ૧. ઓકિસજન હલકો હોવાથી બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે, તેથી તે સીસો ઉઘાડી તેમાં સળગતી મીણબત્તી ઘાલતાં સાધારણ હવામાં બળતી હવી, તેના કરતાં વધારે તેજસ્વી બળે તો જાણવું કે આ **ઓકિસજન** વાયુ છે.

૨. નૈટ્રોજન પણ ઓકિસજનની પેઠે હલકો હોવાથી બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે, તેથી તે સીસો ઉઘાડી સળગતી મીણબત્તી ઘાલતાં જો હોલવાઇ જાય, અને એનાથી ચુનાનું પાણી દૂધ જેવું ધોળું ન થાય તો જાણવું કે તે **નૈટ્રોજન** છે.

૩. કાર્બોનિક એસિડગ્યાસ સાધારણ હવા અને બીજા વાયુઓ કરતાં ભારે હોવાથી તે બૂચ વગરના ઉઘાડા સીસામાં રહી શકે છે. તેથી તે સીસામાં સળગતી મીણબત્તી ઘાલતાં જો હોલવાઇ જાય, અથવા સળગતી મીણબત્તી ઉપર તે વાયુ રેડતાં હોલવાઇજાય અને તેનાથી ચુનાનું પાણી દૂધ જેવું ઉજળું થાય, તો જાણવું કે **કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ** છે.

૪. કોલગ્યાસ ઓકિસજનની પેઠે હલકો હોવાથી બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે. આ વાયુ રંગે પાળોછે, તેથી, અને સીસો ઉઘાડી તેના ઉપર સળગતી દીવાસળી ચાંપતાં જો તે દીવાની પેઠે બળે અને કડક વાસવાળો હોય તો જાણવું કે તે **કોલગ્યાસ** છે.

૫. કલોરૈન પણ કોલગ્યાસની પેઠે પીળા રંગનોછે પણ કોલગ્યાસનો દીવો થઈ શકેછે. અને કલોરૈન ઉપર કોલગ્યાસની પેઠે સળગતી દીવાસળી ચાંપવાથી તે હોલવાઇ જાય અને તેની વાસ ઘણી કડક લાગે તો જાણવું કે તે **કલોરૈન** છે,

૬. કલોરૈન અને કોલગ્યાસની પેઠે કડક વાસવાળો હોય, પણ

તેમની પેઠે રંગ વાળો ન હોતાં રંગ વગરનો હોય અને કોલગ્યાસની પેઠે બળતો ન હોય તો જાણવું કે તે **એમોનિઆ** છે.

૭. હૈડ્રોજન પણ ઓક્સિજનની પેઠે સાધારણ હવા અને બીજા વાયુઓ કરતાં ઘણોજ હલકો હોવીથી તે બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે. તે સીસાને ઉઘાડી સળગતી મીણબત્તી જો અંદર ખોસીએ તો કાર્બોનિક એસિડગ્યાસ અને નૈટ્રોજનની પેઠે હોલવાઈ જાય, પણ સીસામાંના વાયુની સપાટીએ જો સળગતી મીણબત્તી ધરી રાખીએ તો બળ્યા કરે તો જાણવું કે તે **હૈડ્રોજન વાયુ** છે.

૮. વરાળ પણ સાધારણ હવા કરતાં હલકી હોવાથી બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે. વળી તે ઘણીજ પાતળી હોય તો સીસામાં નજરે દેખાતી નથી, પણ જાડી હોય તો ધોળા ધુમાડા જેવી દેખાયછે. એવા સીસાની આસપાસ બરફના કકડા મૂકવાથી જો અંદર ટીપાં બાઝી જાય તો જાણવું કે તે **વરાળ** છે.

---

૨૦ કાળજું, બરોળ અને મૂત્રપિંડ.

પ્ર૦ પેટ કોને કહેછે ?

ઉ૦ છાતીના પડદાની નીચેની બખોલને ઉદર અથવા પેટ કહેછે.

પ્ર૦ પેટમાં કયા કયા અવયવો રહેલાછે ?

ઉ૦ ૧. જઠર, ૨. નાનાં અને મોટાં આંતરડાં, ૩. કલેજું કે કાળજું, ૪. બરોળ કે પ્લીહા, ૫ માંસ ગોળ, અને ૬. મૂત્રપિંડો.

પ્ર૦ પેટના અવયવોનું કર્તવ્ય શુંછે ?

ઉ૦ જઠર અને નાનાં મોટાં આંતરડાં પાચન ક્રિયાને અથવા

લોહી બનવામાં પ્રત્યક્ષ મદદ કરેછે; અને કલેજું, બરોળ, માંસગોળ અને મૂત્રપિંડો તે પાચન ક્રિયાને અથવા લોહી બનવામાં પરોક્ષ મદદ કરેછે. એટલે પેટનાં ઘણાં ખરાં અંગો માંસના ગોળાછે, અને તેમનું કામ ખોરાકને બદલી તેનું લોહી કરવામાં જે પ્રવાહીઓનો ખપ પડેછે તે ઉત્પન્ન કરવાનું છે.

પ્ર૦ કાળજાનાં બીજાં નામ કયાં કયાંછે ?

ઉ૦ કલેજું, પિત્તાશય કે યકૃત પણ કહેવાયછે. અંગ્રેજીમાં તેને લીવર કહેછે.

પ્ર૦ કાળજું શરીરમાં કઇ જગાએ રહેલું છે ?

ઉ૦ કાળજું પેટમાં જમણી બાજુએ પાંસળીઓની નીચે જ્યાં નાનાં આંતરડાંનો આરંભ થાયછે ત્યાં આવેલુંછે.

પ્ર૦ કાળજાના કેટલા ભાગછે; અને તે કઇ કઇ બાજુએ છે ?

ઉ૦ બે. ૧. મોટો, અને ૨. નાનો. મોટો ભાગ જમણી બાજુએ છે, અને નાનો ડાબા પડખા ભણી છે.

પ્ર૦ કાળજાનું વજન કેટલુંછે ?

ઉ૦ પુખ્ત ઉમરના માણસના કાળજાનું વજન શુમારે સાડાત્રણ શેર છે.

પ્ર૦ કાળજું ઓળખવાની નિશાનીઓ કઇછે ?

ઉ૦ એનો રંગ રતુમડો ભુરો છે એનું બહારનું પાસું લીસું અને ચપટુંછે. અને માંહેનું પાસું ખરબચડું અને અસમાનછે. તેની અંદર લોહીની નસો ગયેલીછે, અને તેમાંથી નસો બહાર નીકળેલીછે. એ માંસનો ગોળો હોઇ નાના કોષોનું બનેલુંછે. કાળજાની સરખામણી એક મોટા કારખાનામાં ચાલતા સાંચા કામ સાથે કરી શકાય, અને તેમાંના કોષોની સરખામણી કારખાનાના જુદા જુદા

ભાગો સાથે કરી શકાય. કોષોના દરેક ભાગમાં પાચન ક્રિયાને ઉપયોગી કાર્ય થાય છે.

પ્ર૦ કાળજાનું મુખ્ય કર્તવ્ય શું છે ?

ઉ૦ ખોરાકને બદલી તેનું લોહી બનવામાં જે પ્રવાહીઓનો ખપ પડેછે તે ઉત્પન્ન કરવાનુંછે.

પ્ર૦ કાળજાને મુખ કેટલાંછે; અને તે દરેકમાં શું કાર્ય થાયછે ?

ઉ૦ બે. જઠરમાંના ખોરાકમાંથી લીધેલું વધારાનું માતબર લોહી એક માર્ગે થઇને અંદર જઇ નાના કોષોમાં જતાં બદલાઇને તેનું પિત્ત બનેછે. અને બીજે માર્ગે હૃદયમાં તાજુ લોહી આવેછે.

પ્ર૦ કાળજામાંના પદાર્થોને બહાર નીકળવાનાં દ્વાર કેટલાંછે; અને તેમાંથી કયા પદાર્થો બહાર નીકળેછે ?

ઉ૦ બે. એકમાંથી નકામું લોહી બહાર નીકળેછે. અને બીજામાંથી પિત્ત બહાર નીકળેછે.

પ્ર૦ પિત્ત કયાં ભેગું થાયછે; અને તેનો ઉપયોગ પાચન ક્રિયામાં કેવી રીતે થાયછે ?

ઉ૦ પિત્તની કોથળીમાં પિત્ત ભેગું થાયછે. જઠરમાંથી નરમ થયેલો ખોરાક આંતરડાંમાં જતાં કોથળીમાંનું પિત્ત બહાર નીકળી, માંસરસ અને નરમ થયેલા ખોરાક સાથે મળી એકરસ થઇ ખોરાકમાંના તેલ અને ચરબી વાળા પદાર્થોને ઓગાળી પાચન ક્રિયાને મદદ કરેછે.

પ્ર૦ માંસરસ કયાંથી આવેછે ?

ઉ૦ પેટની બખોલમાં જઠરની નીચે માંસગોળ નામે મોટો ગોળોછે, તેમાંથી જે રસ નીકળેછે તેને માંસરસ કહેછે.

પ્ર૦ કાળજામાં પિત્ત સિવાય બીજા કયા પદાર્થો ભેગા થાયછે;

અને તેનો શો ઉપયોગ થાયછે ?

ઉ૦ શર્કરા, ચરબી વગેરે કેટલાક પદાર્થોને તે માતબર લોહીમાંથી સંગ્રહી રાખેછે, અને જ્યારે જ્યારે લોહીમાં તેનો ખપ પડેછે, ત્યારે તે આપ્યા કરેછે.

પ્ર૦ શરીરમાં પિત્ત થયુંછે એમ કહીએ છીએ એનો અર્થ શો ?

ઉ૦ કાળજું જ્યારે હદ ઉપરાંત કામ કરેછે, ત્યારે પિત્તની કોથળીમાં પિત્તનો જથો હદ ઉપરાંત વધી પડેછે, તેથી શરીરમાં ચેન રહેતું નથી, અને પીડા થાયછે.

પ્ર૦ દારૂ પીવાથી શું નુકસાન થાયછે ?

ઉ૦ દારૂ પીવાથી કાળજાની નાજુક પેશીઓની ભારે ખરાબી થઈ શરીરમાં ભયંકર રોગો ઉત્પન્ન થાયછે. માટે દારૂ વગેરે કેફી ચીજોનો ઉપયોગ કરવો નહિ.

પ્ર૦ બરોળ કે પ્લીહા એ શું છે; અને તે ક્યાં આવેલીછે ?

ઉ૦ ખોરાકનું લોહી બનાવવામાં મદદ કરનારો, હથેળી જેવડો, અર્ધા શેર વજનનો, જઠરના ડાબા છેડા પાસે રહેલો માંસનો નરમ ગોળોછે. તેનો કુમાશ ઘટ અને રંગ બનફુશીઓછે.

પ્ર૦ બરોળ કે પ્લીહાનું કર્તવ્ય શું છે ?

ઉ૦ ખોરાકનું લોહી બનાવવામાં મદદ કરી તે લોહીને કલેજામાં મોકલવાનુંછે.

પ્ર૦ બરોળને નુકસાન ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ પહાડી પ્રદેશનાં પાણી પીવાથી કે બીજા કારણથી મલેરિઆ નામે ઝેરી તાવ ઉત્પન્ન થાયછે, ત્યારે બરોળનો ગોળો વધી પેટ મોટું થાયછે. એવે પ્રસંગે બરોળનો નાજુક ગોળો અતિશય

મોટો થાય તો તે ફાટી મરણ નીપજાવે છે. માટે ઝેરી તાવ શરીરમાં દાખલ થતાં ચાંપતા ઇલાજ લેવા જોઇએ.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડ એ શું છે અને તે કેટલા છે ?

ઉ૦ શીંગના આકારના બેઐક ઇંચ લંબાઇના કોષો અને નળીઓ એકઠી થઇને બનેલા બે ગોળા છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડ ક્યાં આગળ છે ?

ઉ૦ પેઢાની નીચે પાછલા ભાગમાં બરડાની કરોડની દરેક પડખે છેલ્લી પાંસળીની નીચે એકેક બાજુએ એકેકો છે. તેમની અંતર્ગોળ અથવા પેલી બાજુઓ પીઠ ભણી વળેલી છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડનું કામ શું છે ?

ઉ૦ તેમનું કામ લોહીમાંનો મુતર નામે પ્રવાહી કચરો જુદો પાડવાનું છે. એ કચરો એક લાંબી નળી દરેક મૂત્રપિંડ કે ગુદામાંથી નીકળી પેટની બંને બાજુએથી નીચે કોથળીમાં ઉતરે છે તેમાં જાયછે. એ કોથળીમાં મુતર એકઠું થઇ વખતો વખત બહાર નીકળેછે. એ મૂત્રપિંડની નળીઓ શુમારે એક એક ફૂટ લાંબી હોયછે. જ્યારે જ્યારે પિશાબની આદત થાય ત્યારે વગર અટકાવે આદત પુરી કરવી, નહિ તો રોગ થવા સંભવ છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડને નુકસાન ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ મહેનત કર્યા પછી મૂત્રપિંડને પવન લાગવા દેવો નહિ. કારણ કે તેવે વખતે પવન લાગ્યાથી ઝટ શરદી થવાનો સંભવછે. અને શરદી થાય તો દુઃખદાયક અને લાંબો વખત પહોંચે એવા રોગો ઉત્પન્ન થઇ ઘણીવાર મરણ થાય છે.

૨૧ સૂર્ય.

પ્ર૦ સૂર્ય એ શું છે ?

ઉ૦ તે એક આકાશી પદાર્થ છે, અને સઘળી ઉષ્ણતા તથા પ્રકાશનું મૂળ છે.

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી આપણી પૃથ્વી ઉપર કેટલી ઉષ્ણતા આવેછે ?

ઉ૦ સૂર્યની પોતાની ઉષ્ણતાનો બે અબજાંશમો ભાગ.

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ પ્રતિક્ષણે કેમ ઘટતી નથી ?

ઉ૦ સૂર્યમાંથી જે ગરમી આવેછે તે પ્રમાણમાં ઘણીજ થોડીછે. વળી વિદ્વાનોની શોધ પ્રમાણે તેમાંનું દ્રવ્ય સંકોચાઈ ગરમીની ખોટ પુરી પાડેછે. તેમજ કેટલાક ખરતા તારા આકર્ષણને લીધે ખેંચાઈ તેમાં પડી બળીને ગરમીની ખોટ પુરી પાડેછે. તેથી ઉષ્ણતા ઘટતી જણાતી નથી.

પ્ર૦ સૂર્ય પૃથ્વીથી કેટલો દૂરછે, અને પૃથ્વીથી તે કેટલો મોટોછે, અને વજનમાં કેટલોછે ?

પ્ર૦ સૂર્ય પૃથ્વીથી નવ કરોડ સત્તાવીશ લાખ માઇલ દૂરછે. પૃથ્વીથી તે તેર લાખ ઘણો મોટોછે, અને પૃથ્વીના વજન કરતાં સૂર્યનું વજન સવાત્રણ લાખ ઘણું ભારેછે. પૃથ્વીનાં પરમાણુ સૂર્યનાં પરમાણું કરતાં ચાર ઘણાં ભારેછે. પૃથ્વીથી સૂર્ય ઘણો વેગળો હોવાના કારણે આપણને નાનો દેખાયછે. સૂર્યનો વ્યાસ આઠ લાખ પચાસ હજાર માઇલછે.

પ્ર૦ પૃથ્વી અને સૂર્યના આકર્ષણ બળમાં શો તફાવતછે ?

ઉ૦ પૃથ્વી ઉપર જેટલું આકર્ષણ બળ થાયછે, તેના કરતાં સૂર્ય ઉપર ૩૧૫૦૦૦ ઘણું થાયછે. એટલે પૃથ્વીના રજકણ સમૂહથી

સૂર્યના રજકણ સમૂહ ૩૧૫૦૦૦ ઘણાછે. તેથી પૃથ્વી ઉપર જે બોજાનું વજન એક મણ થાયછે, તે સૂર્ય ઉપર લઇ જતાં ૫૬ મણ થાયછે.

પ્ર૦ સૂર્યની દૈનિક ગતિ કેટલીછે ?

ઉ૦ આપણી પૃથ્વી જેમ પોતાની ધરી ઉપર એક દિવસમાં ફરી રહેછે, તેમ સૂર્ય પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ ૨૫ દિવસ ૮ કલાક અને ૯ મિનિટમાં ફરી રહેછે. તેથી આપણો દિવસ જેમ લગભગ ૨૪ કલાકનો થાયછે તેમ સૂર્ય ઉપરનો દિવસ લગભગ આપણા ૨૫ દિવસનો થાયછે.

પ્ર૦ સૂર્યના દેખાવનું વર્ણન કરો ?

ઉ૦ નરી આંખે સૂર્યનું પૃષ્ટ ચપટું જણાયછે, પણ તે ચપટું નથી. વળી સૂર્યનો આખો ગોળો પ્રકાશમાનછે. પણ તેનો અર્ધો ભાગ આપણે જોઇ શકીએ છીએ. તેમાં ઠેકાણે ઠેકાણે કાળા ડાઘા દેખાયછે. એ ડાઘા સૂર્યના તેજોમય પૃષ્ટમાં બાકાંછે. અને ખાલી ન હોતાં વાયુઓથી ભરેલાંછે. એ વાયુઓ નીચેથી પ્રકાશને બહાર નીકળી જવા દેતા નથી.

પ્ર૦ સૂર્યના ઉપર કયાં કયાં આવરણોછે ?

ઉ૦ ૧. **તેજાવરણ**, ૨. રંગાવરણ અને ૩. **મુકુટાવરણ.**

પ્ર૦ તેજાવરણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગોળ સૂર્ય નરી આંખે દેખાયછે, તે તેનો વચલો ઘટ્ટ ભાગછે. તેને **તેજાવરણ** કહેછે.

પ્ર૦ તેજાવરણમાં કયા કયા પદાર્થછે ?

ઉ૦ લોઢું, નિકલ, રૂપું, સોનું, માગ્નીશિયમ, સોડિયમ વગેરે ધાતુઓની વરાળ અને વાયુઓ તેજાવરણમાંછે.

પ્ર૦ રંગાવરણની હકીક્ત આપો ?

ઉ૦ રંગાવરણ એ તેજાવરણ ઉપર હોય તેમાં થઇને પ્રકાશ આવેછે. વળી તે સૂર્યની આસપાસ હજારો માઇલ લાંબું પ્રસરેલુંછે. રંગાવરણ હલકી વરાળનું બનેલુંછે,

પ્ર૦ મુકુટાવરણની હકીક્ત આપો ?

ઉ૦ રંગાવરણની બહારની બાજુએ મુકુટાવરણ આવેલુંછે. અને રંગાવરણ ઉપર તેનો લાખો માઇલ લાંબો વિસ્તારછે. પણ મુકુટાવરણ શેનું બનેલુંછે તે હજી જાણવામાં આવ્યું નથી.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપર આ આવરણોની શી જરૂરછે ?

ઉ૦ જો સૂર્ય ઉપર આ આવરણો નહોત તો હાલ પૃથ્વી ઉપર જેટલો તાપ પડેછે તેથી બમણો પડત.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપરનાં આવરણો ક્યારે જોઇ શકાયછે ?

ઉ૦ જ્યારે સૂર્યનું ખગ્રાસ ગ્રહણ થાયછે ત્યારે આ આવરણો જોઇ શકાયછે. કારણકે સૂર્યના પ્રકાશને લીધે દિવસે જેમ તારા દેખાતા નથી, તેમ આવરણો પણ દેખાતાં નથી. ઉગતા સૂર્યમાં જે વચલો પ્રકાશિત ગોળ ભાગ દેખાયછે, તે તેજાવરણછે.

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી પ્રકાશ કેવી રીતે આવેછે ?

ઉ૦ સૂર્યના તેજાવરણમાંથી પ્રથમ પ્રકાશ નીકળી રંગાવરણમાં આવેછે. અને રંગાવરણમાંથી મુકુટાવરણમાં આવેછે, અને ત્યાંથી પ્રકાશ પૃથ્વી ઉપર આવેછે.

પ્ર૦ સૂર્યમાં જે ચળકતા ઢેકા જણાયછે તેનું વર્ણન કરો ?

ઉ૦ એ ઢેકાઓ વિલક્ષણ આકારના હોઈ તેઓમાં હમેશાં ફેરફાર થયાં કરેછે. તેઓ કોઇ કોઈવાર તેજાવરણથી લાખો માઇલ દૂર જાયછે. અને કોઇ કોઇ વખત તેમની ગતિ દરેક સેકન્ડે સેંકડો

માઇલ જેટલી હોયછે. એ ઢેકાઓ સૂર્યમાંથી નીકળતા પ્રકાશિત વાયુના સમૂહોછે.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપર તોફાન શાથી થાયછે ?

ઉ૦ સૂર્યનું વાયુરૂપી દ્રવ્ય અતિશય ગરમ હોવાને લીધે તેમાં તોફાનો થાયછે. અને તેને લીધે સૂર્યના પૃષ્ટ ઉપર હમેશાં ભારે ઉથલપાથલ થયા કરેછે.

પ્ર૦ સૂર્યનું ઉપયોગીપણું સમજાવો ?

ઉ૦ પૃથ્વી ઉપરની સઘળી ઉષ્ણતા અને પ્રકાશનું તે મૂળછે. પ્રાણી અને વનસ્પતિનું જીવન તેનાવડે ટકી રહેછે. સર્વે ગ્રહોની ગતિઓ ઉપર તે સત્તા ચલાવેછે. વળી તેનાથી પૃથ્વી ઉપર ઋતુભેદ, ઝાકળ, વરસાદ, રાત્રિદિવસ વગેરે થાયછે. તેથી તે સૃષ્ટિનો આધાર રૂપ હોવાથી આપણા આર્ય પૂર્વજોએ તેને મહાન્ દેવ માનેલોછે, અને તે પ્રમાણે અદ્યાપિ મનાઇ આપણે તેની સ્તુતિ કરીએ છીએ.

---

૨૨ ચંદ્ર.

પ્ર૦ ચંદ્ર એ શુંછે ?

ઉ૦ તે એક આકાશી પદાર્થ અને પૃથ્વીનો ઉપગ્રહ હોઈ પૃથ્વીની આસપાસ ૨૯ાા દિવસમાં ફરી રહેછે. તે પોતે પ્રકાશિત નથી, પણ સૂર્યનું તેજ પરાવર્તન પામવાથી પ્રકાશિત દેખાયછે.

પ્ર૦ ગ્રહ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જેઓ સૂર્યની આસપાસ પોતાની કક્ષામાં નિયમિત ફરેછે તેમને ગ્રહ કહેછે.

પ્ર૦ ઉપગ્રહ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જેઓ ગ્રહોની આસપાસ ફરેછે તેને ઉપગ્રહ કહેછે.

પ્ર૦ ચંદ્રની કળા શાથી જોવામાં આવેછે ?

ઉ૦ ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ સાડી ઓગણત્રીશ દિવસમાં એવી રીતે ફરેછે કે તેનો તેજ અર્ધ ભાગ હંમેશાં પૃથ્વી ભણી રહી જેટલા વખતમાં તે પૃથ્વીની આસપાસ ફરેછે, તેટલાજ વખતમાં તે પોતાની ધરી ઉપર ફરેછે. એટલે તેનો બીજો અર્ધ ભાગ આપણને દેખાતો નથી. જે અર્ધ ભાગ સૂર્ય ભણી હોયછે, તે પર સૂર્યનું તેજ પડેછે, અને એ પ્રકાશિત ભાગનો જેટલો અંશ આપણી ભણી હોયછે તેટલોજ દેખાયછે, તેથી ચંદ્રની કળા જોવામાં આવેછે.

પ્ર૦ સુદ અને વદના પખવાડીઆમાં ચંદ્ર કેવો દેખાયછે, અને તેમ થવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ સુદના પખવાડીઆમાં મોટો થતાં થતાં પુનમે તે પૂર્ણ દેખાયછે. અને વદના પખવાડીઆમાં ધીમે ધીમે ઘટતાં અમાસે તે દેખતો બંધ થઇ જાયછે. ચંદ્રના આખા ગોળા પૈકી અર્ધા ગોળા ઉપર સૂર્યનો પ્રકાશ પડેછે, તેથી અર્ધો ચંદ્ર પ્રકાશિત થાયછે. એ પ્રકાશિત થયેલા ભાગ પૈકી તેની પોતાની ધરી ઉપર ફરતાં પૃથ્વીની આસપાસ ફરવાની ગતિને લીધે જેટલો ભાગ આપણા તરફ હોયછે તેટલોજ દેખાયછે. **તેથી ચંદ્રની કળાની વૃદ્ધિ અને ક્ષય થાયછે.**

પ્ર૦ ચંદ્ર પૃથ્વીથી કેટલો દૂરછે, અને પૃથ્વી સાથે તેના વજન અને કદની સરખામણી કરો ?

ઉ૦ પૃથ્વીથી તે બે લાખ ચાળીસ હજાર માઇલ દૂર હોઇ આકાશી પદાર્થોમાં તે સૌથી પાસેછે. પૃથ્વીથી તેનું વજન ૮૧ ગણું ઓછું, અને પૃથ્વીથી તે ૪૯ ગણો નાનોછે. પૃથ્વીના આકર્ષણ બળથી તેનું આકર્ષણ બળ ૭ ગણું ઓછુંછે. એટલે પૃથ્વી ઉપરની

૭ શેર વજનની વસ્તુ ચંદ્ર ઉપર એક શેર થાયછે. ચંદ્રનો વ્યાસ ૨૧૬૦ માઇલછે, ચંદ્ર કરતાં સૂર્ય ૭ કરોડ ગણો મોટોછે.

પ્ર૦ સૂર્યગ્રહણ એટલે શું; અને તે ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચે ચંદ્ર આવેછે, ત્યારે ચંદ્ર નાનો હોવાને લીધે પૃથ્વીના થોડાક ભાગ ઉપર તેનો પડછાયો પડેછે. તેથી જેટલા ભાગ ઉપર ચંદ્રનો પડછાયો પડે, તેટલા પૃથ્વીના ભાગને સૂર્ય દેખાતો નથી. એથી સૂર્ય ગ્રહણ થાયછે. સૂર્ય ગ્રહણ અમાસેજ થાયછે, કારણકે અમાસે સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચે ચંદ્ર આવેછે. બીજી તિથિએ તે વચ્ચે આવતો નથી.

પ્ર૦ ગ્રહણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ આકાશ ગોળના એક પદાર્થ પર બીજા પદાર્થનો છાયો પડે તેથી, કે તે વચમાં આવે તેથી, તે ઢંકાઇ જાય કે કાળો પડી જાય ત્યારે તેને ગ્રહણ થયું એમ કહેછે.

પ્ર૦ ચંદ્રગ્રહણ એટલે શું; અને તે ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને ચંદ્રની વચ્ચે પૃથ્વી આવે, ત્યારે પૃથ્વીને લીધે ચંદ્ર ઉપર સૂર્યનો પ્રકાશ પડતો નથી, તેથી પૃથ્વી ઉપર ચંદ્ર દેખાતો નથી એટલે ચંદ્ર ઘેરાઇ જાયછે તેને ચંદ્રગ્રહણ કહેછે. એ ગ્રહણ પુનમે થાયછે. કારણ કે પુનમે ચંદ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૃથ્વી આવેછે.

પ્ર૦ દરેક પુનમે ચંદ્રગ્રહણ, અને દરેક અમાસે સૂર્ય ગ્રહણ કેમ થતાં નથી ?

ઉ૦ દરેક પુનમ અને દરેક અમાસે ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વી એક સીધી લીટીમાં આવતાં નથી. કારણકે દરેકની કક્ષામાં ફરવાની ગતિ જુદી જુદીછે. અને તેથી ચંદ્ર પાંચ અંશ ઉચો કે નીચો રહી

જાયછે. તેથી દરેક પુનમે અને દરેક અમાસે ગ્રહણ થતાં નથી.

પ્ર૦ ચંદ્રના પૃષ્ટ ઉપર કઇ વસ્તુઓ છે ?

ઉ૦ ટાઢા પડી ગયેલા જવાળામુખી પર્વતો, પર્વતોની હારો, ખીણો અને મેદાનો છે. ચંદ્રમાં પાણી બીલકુલ નથી, એટલે તેના ઉપર સરોવર, નદીઓ વગેરે પાણીનાં જળાશગો નથી. વળી તેના પર સૂર્યના તાપથી સપાટીનું રક્ષણ કરવાને વાદળાં થતાં નથી, તેમ વાતાવરણ પણ નથી.

પ્ર૦ ચંદ્ર ઉપર વસ્તીછે કે કેમ ?

ઉ૦ ના. કારણકે ત્યાં વાતાવરણ અને પાણી નથી; વળી તેના પૃષ્ટ ઉપર અતિશય ઠંડક રહેછે. જેથી પ્રાણી અને વનસ્પતિ જીવી શકે નહિ, માટે તે ઉપર પ્રાણી અને વનસ્પાત નથી.

પ્ર૦ ચંદ્ર ઉપર દિવસ અને રાત્રિ કેટલા વખતની છે ?

ઉ૦ ચંદ્ર ઉપર ચૌદ દિવસનો દહાડો, અને ચૌદ દિવસની રાત્રિછે.

પ્ર૦ ચંદ્ર દરરોજ બબ્બે ઘડી મોડો ઉગેછે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ ચંદ્રની ગતિ કરતાં પૃથ્વીની ગતિ લગભગ દરરોજ બે ઘડી જેટલી ઉતાવળીછે. તેથી સાંજે જે સ્થળે ચંદ્ર હોય તે સ્થળે બીજે દિવસે આવવાને બે ઘડી અથવા ચોપન મિનિટ જે ટલી વાર લાગેછે. તેથી ચંદ્ર દરરોજ બબ્બે ઘડી અથવા ચોપન મિનિટ મોડો ઉગતો દેખાયછે. અને એ પ્રમાણે પંદર દિવસે ૩૦ ઘડી મોડો ઉગે એટલે અમાસે દેખાતો બીલકુલ બંધ થાયછે.

પ્ર૦ ચંદ્રની કળા કોને કહેછે ?

ઉ૦ પૃથ્વી ઉપરથી જોતાં ચંદ્રના દેખાવમાં જે વિકાર થાયછે તેને ચંદ્રની કળા કહેછે.

૨૩ અંદરના ગ્રહો—બુધ અને શુક્ર.

પ્ર૦ સૂર્યમાળા કોને કહેછે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને તેની આસપાસ ફરનારા આકાશી પદાર્થોને સૂર્યમાળા કહેછે.

પ્ર૦ સૂર્યની આસપાસ કયા કયા આકાશી પદાર્થો ફરેછે ?

ઉ૦ ગ્રહો (તેની સાથેના ઉપગ્રહો સાથે), ખરતા તારા, ધૂમકેતુ અથવા પુંછડીઆ તારા, અને તે ખુલ્લાનું કુંડાળું જેને રાશિ ચક્રમાંનું તેજ કહેછે તે.

પ્ર૦ ગ્રહ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જેઓ વચ્ચે રહેલા સૂર્યની આસપાસ ફરેછે તેને ગ્રહ કહેછે.

પ્ર૦ ગ્રહો કેટલાછે; અને કયા કયા ?

ઉ૦ આઠ. ૧. બુધ, ૨. શુક્ર, ૩. પૃથ્વી, ૪. મંગળ, ૫. ગુરૂ, ૬. શનિ, ૭. યુરેનસ, અને ૮. નેપચ્યુન.

પ્ર૦ ઉપગ્રહ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગ્રહની આસપાસ ફરેછે તેને ઉપગ્રહ કહેછે. ચંદ્ર એ પૃથ્વીની આસપાસ ફરેછે માટે ચંદ્ર ઉપગ્રહ છે.

પ્ર૦ તારા કોને કહેછે ?

ઉ૦ આકાશમાં રાતે જે ચાંદરણીઓ જણાયછે તેને તારા કહેછે. તારા એ સૂર્ય જેવાજછે અને સૂર્યની આસપાસ જેમ ગ્રહો ફરેછે તેમ તેની આસપાસ પણ ફરનારા ગ્રહો હોયછે.

પ્ર૦ ગ્રહ અને તારામાં ફેર શો ?

ઉ૦ ગ્રહનું તેજ સ્થિર હોયછે, અને તારાનું તેજ હાલતું હોયછે. વળી ગ્રહ પોતાનું સ્થળ બદલેછે; અને તારા આજુબાજુના તારાના સંબંધમાં પોતાનું સ્થળ બદલતા નથી.

પ્ર૦ ગ્રહોની ફરવાની ગતિઓ કઇ કઇ છે ?

ઉ૦ ૧. પોતાની ધરી ઉપર ફરવાની જેને દૈનિક ગતિ કહેછે તે, અને ૨. સૂર્યની આસપસ ફરવાની જેને વાર્ષિક ગતિ કહેછે તે.

પ્ર૦ કક્ષા કોને કહેછે ?

ઉ૦ ગ્રહો જે માર્ગમાં થઇ સૂર્યની આસપાસ ફરેછે તે માર્ગને કક્ષા કહેછે.

પ્ર૦ ગ્રહોના કેટલા સમૂહ પાડયાછે; અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ ત્રણ. ૧. અંદરના ગ્રહો ૨ બહારના ગ્રહો, અને ૩. લઘુ ગ્રહો.

પ્ર૦ અંદરના ગ્રહો કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષા કરતાં સૂર્યની નજીકછે. એટલે જે ગ્રહો પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર સૂર્યની આસપાસ ફરેછે તેને અંદરના ગ્રહો કહેછે.

પ્ર૦ અંદરના ગ્રહો કયા કયાછે ?

ઉ૦ ૧. બુધ અને શુક્ર. બુધ સૂર્યની પાસેનો ગ્રહછે, અને શુક્ર તેનાથી વેગળો છે.

પ્ર૦ બહારના ગ્રહો કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની બહાર હોય પૃથ્વીથી વેગળે રહી સૂર્યની આસપાસ ફરેછે તેને બહારના ગ્રહો કહેછે.

પ્ર૦ બહારના ગ્રહો કયા કયાછે તે અનુક્રમે ગણાવો ?

ઉ૦ ૧. મંગળ, ૨. બૃહસ્પતિ, ૩. શનિ, ૪. યુરેનસ, અને ૫. નેપચ્યુન.

પ્ર૦ લઘુગ્રહો કોને કહેછે ? અને તે કેટલાછે ?

ઉ૦ અંદરના અને બહારના ગ્રહોની વચ્ચે આવેલા ગ્રહોનું

ચક્ર કે મંડળછે તેને લઘુગ્રહો કહેછે. લઘુગ્રહો લગભગ બસેછે.

પ્ર૦ બુધ અને શુક્ર ક્યારે જોવામાં આવેછે ?

ઉ૦ બંને ગ્રહો સૂર્યોદય પહેલાં અથવા સૂર્યાસ્ત પછી ક્ષિતિજની ઉપર દેખાયછે. બુધ લગભગ સવા કલાક સુધી દેખાયછે. અને તે સૂર્યની નજીકછે. અને શુક્ર લગભગ ત્રણ કલાક સુધી સવારે કે સાંજે ક્ષિતિજ ઉપર સૂર્ય ઉગ્યા પહેલાં કે સૂર્ય આથમ્યા પછી દેખાયછે.

પ્ર૦ બુધ સંબંધી આજ સુધી જે જે હકીકત જણાઈછે તે કહો ?

ઉ૦ સૂર્યથી સાડાત્રણ કરોડ માઈલ દૂર રહી લંબગોળ કક્ષામાં તે ૮૬ કે ૮૮ દિવસમાં ફરી રહેછે. માટે તે ગ્રહ ઉપર ૮૫ કે ૮૮ દિવસનું વર્ષ થાય છે. અને પોતાની ધરી ઉપર તે ૨૪ કલાકમાં ફરી રહેછે. બધા ગ્રહો કરતાં તે નાનોછે. ચળકતો અને રંગે પીળચટોછે. સૂર્યની નજીક હોવાથી તેના ઉપર આપણા કરતાં સાત ગણો પ્રકાશ અને તાપ પડેછે. ચંદ્રની પેઠે તેની કળા બદલાયછે. પણ વધારે પ્રકાશને લીધે તે જોઈ શકાતી નથી વળી તેના પૃષ્ઠ ઉપર દસ માઈલ ઉંચાઈના પર્વતોછે એમ નક્કી કરવામાં આવ્યુંછે. બધા ગ્રહોમાં બુધની કક્ષા વધારે લંબગોળછે.

પ્ર૦ શુક્રને આપણા લોકો ક્યા નામથી ઓળખેછે ?

ઉ૦ ઠગલીઆના નામથી ઓળખેછે.

પ્ર૦ શુક્ર સંબંધી આજ સુધી જણાયલી હકીકત કહો ?

ઉ૦ બધા ગ્રહોમાં તે ઘણો પ્રકાશિત અને સુંદર છે જેમાં તે ૬॥। કરોડ માઈલ દૂર રહી સૂર્યની આસપાસ લંબગોળ કક્ષામાં ૨૨૪ કે ૨૨૫ દિવસમાં ફરી રહેછે. તેથી શુક્ર ઉપર ૨૨૪-૨૨૫

દિવસનું વર્ષ થાયછે. એ પોતાની ધરી ઉપર ૨૩ કલાકમાં ફરી રહેછે. તે લગભગ આપણી પૃથ્વી જેવડો મોટોછે. આપણી પૃથ્વીથી શુક્રનું ટુંકામાં ટુંકું અંતર અઢી કરોડ માઇલ અને વધારેમાં વધારે સોળ કરોડ માઇલ છે. ચંદ્ર અને બુધની પેઠે શુક્રની પણ કળાઓ બદલાયછે. તેમજ ચંદ્રની પેઠે એના પૃષ્ટ ઉપર પણ પર્વતો છે. અને તેની આસપાસ વાતાવરણ છે. તેના ધ્રુવ આગળ બરફનાં મોટાં મેદાનો છે. તેના ઉપર આપણી પૃથ્વી કરતાં બમણો તાપ અને પ્રકાશ પડેછે. વળી પૃથ્વીની પેઠે તેના ઉપર ઋતુભેદ પણ થાયછે. અને બધા ગ્રહોમાં તે વધારે પ્રકાશિત હોવાથી અંધારી રાતે ચંદ્રની ગરજ સારેછે ?

પ્ર૦ સૂર્યની આસપાસ ફરવાનો ગ્રહોનો સામાન્ય નિયમ કયો છે ?

ઉ૦ સૂર્યથી ગ્રહોનું અંતર જેમ વધારે તેમ તેના ફરવાનો વેગ ઓછો એવો સામાન્ય નિયમછે.

પ્ર૦ કયા કયા ગ્રહો નરી આંખે જોઇ શકાયછે ?

ઉ૦ બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી, મંગળ, શનિ, અને બૃહસ્પતિ

પ્ર૦ નરી આંખે કયા કયા ગ્રહો દેખાતા નથી ?

ઉ૦ યુરેનસ અને નેપચ્યુન.

સમાપ્ત.

श्री.

राजगीत.

श्री प्रभू आपो दीर्घ आयु श्री सयाजि म्हाराज नृपतिने,
शांति दाता ए नृपनुं सु राज्य जगत्मां अचळ रहो.
कीर्तिवंत विश्वमां थजो, भाग्यशाळी नृपति सदाए गणाजो,
हे विश्वाधि पति, आरोग्य नृपतिने सारु आपजो,
सौख्यमां सर्वदा ए भूपति वसो, शत्रुओ सौ नाश पामजो.
अचळ अमळन्याय थकि निज प्रजाप्रति दिनप्रतिपालननृप करजो
नीतिमान गुर्जराधीपती अमर तपो-विभो !
संपति, संतती, सन्मती, सत्कृती सौ ए भूपने आपजो.

જાહેર ખબર.

મુંબઇ ઇલાકામાં અને વડોદરા રાજ્યમાં ચાલુ ગુજરાતી નવી વાંચન માળાના ત્રીજા ભાગના સામાન્ય જ્ઞાનના પાઠોનાં સવાલ જવાબ રૂપે સંપૂર્ણ હકીકત આપનાર વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને ખાસ ઉપયોગી પુસ્તકો.

* ૧ સૃષ્ટિજ્ઞાન. ધો—૬ માટે. કિં. ૦—૩
* ૨ સૃષ્ટિજ્ઞાન. ધો—૫ માટે. કિં. ૦—૩
* ૩ સૃષ્ટિજ્ઞાન (પદાર્થ પાઠ). ધો—૪ માટે. કિં. ૦—૩—૦
* ૪ સૃષ્ટિજ્ઞાન (પદાર્થ પાઠ) ધો—૨—૩ માટે. કિં. ૦—૪—૦

ઉપરનાં પુસ્તકો મળવાનું ઠેકાણું:—

૧ મેશર્સ લક્ષ્મીલાલ, મોહનલાલ, પરીખ અને કંપની. વડોદરા રાજ્યની સરકારી બુકડેપોના ઓર્ડર્સ—પબ્લીશર્સ અને કંટ્રાકટર્સ—વડોદરા.

આ સિવાય વડોદરા રાજ્યના જાણીતા તમામ બુક-સેલરોને ત્યાંથી પણ મળશે.

પત્ર વ્યવહાર નીચેના શિરનામે કરવો—
શિવાભાઇ અને મણિશંકર.
સ૦ ગુ૦ શાળા. મુ. નાર.
વાયા—આણંદ.

---

* સદર પુસ્તકો વડોદરા રાજ્યના કેળવણી ખાતાએ ઇનામ તથા લાયબ્રેરી માટે મંજુર કરેલાં છે.